DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zwölfter Jahrgang | 30. Mai 1924 | Heft 22

Neuere Untersuchungen über den Aufbau der Kolloide[1]). I.

Von WOLFGANG PAULI, Wien.

Die Kolloidchemie ist ein junges Wissensgebiet und trägt alle Merkmale eines solchen an sich, insbesondere das rege Wachstum, sowie eine anhaltende Gärung der Begriffe, den Ausdruck einer noch unfertigen „Anpassung der Gedanken an die Tatsachen". Wohl bleiben auch hier die allgemeinen Richtlinien jener Entwicklung die gleichen, welche wir bei der Abspaltung von neuen Wissenszweigen aus großen Gebieten stets wahrnehmen können. Einer Epoche der Erfassung und stärksten Betonung der Unterschiede, die fast bis zur völligen Abschnürung des neuen Sprosses von der Stammwissenschaft zu führen scheint, folgt eine solche der Überbrückung der Gegensätze bis zur breiten Verschmelzung auf einer geänderten und erweiterten Unterlage. Eine späte Phase einer solchen Entwicklung tritt uns heute so eindrucksvoll an zwei alten Wissensreichen im Wandel der Beziehungen von Chemie und Physik entgegen.

In den jüngst entstandenen Wissenszweigen offenbart sich jedoch der Fortschritt unserer wissenschaftlichen Erkenntnis vor allem in der *Geschwindigkeit*, mit der die einzelnen Entwicklungsstadien aufeinander folgen. Wie nach einem berühmten biogenetischen Grundgesetz die höheren Entwicklungsstufen der Organismen eine stark verkürzte Wiederholung der langen Stammesgeschichte durchlaufen, so zeigen auch die jüngsten Wissenszweige wohl den gleichen Entwicklungsgang wie die großen Stammwissenschaften, aber in zusammengedrängter Kürze, und diese Beziehung wird für denjenigen, der mit ERNST MACH die Leistung des Forschers auch als Ergebnis biologischer Prozesse betrachtet, durchaus nicht als eine bloß äußerliche erscheinen. Gesetzmäßigkeiten solcher Art spiegeln sich nun auch in der zeitlichen Veränderung des Verhältnisses der Kolloidchemie zu Chemie und Physik wieder.

I.

Als GRAHAM vor etwas mehr als 60 Jahren die Kolloide den Krystalloiden gegenüberstellte und ihre Hauptmerkmale beschrieb, erschien ihm der Gegensatz der 2 Klassen von Körpern so durchgreifend, daß er ihn als stofflicher Natur, als chemisch begründet auffaßte. Er unterschied kolloide und krystalloide Stoffe, welche wohl durch gewisse Übergänge, die Halbkolloide, die eben als chemische Zwischenformen anzusehen waren, verbunden sind.

Durch die optische Auflösung der Kolloide mittels des Ultramikroskops wurde jedoch die Größenordnung der kolloiden Teilchen bekannt und auf verschiedenen Wegen schließlich festgestellt, daß stabile Kolloide aus Teilchen zwischen 1 $\mu\mu$ und 100 $\mu\mu$ Durchmesser bestehen. Indem damit die Kolloide zwischen die molekularen Lösungen auf der einen Seite und die gröberen Aufschlemmungen auf der anderen eingereiht wurden, erschienen sie nun als ein durch physikalische Übergänge organisch verbundener Ausschnitt der dispersen Systeme, der Zerteilung der Materie überhaupt, deren allgemeine Systematik WOLFGANG OSTWALD gegeben hat. Mit der Definition: Kolloide sind stabile Zerteilungen mit den von GRAHAM angegebenen Merkmalen: „Geringer Diffusion, Unfähigkeit durch gewisse Membranen zu dringen, geringer Neigung zur Krystallisation", war das praktische Bedürfnis zunächst erfüllt.

Das kolloide Verhalten erscheint jedoch nur bei einem Teil derselben im Sinne GRAHAMS chemisch begründet, bei jener großen Gruppe von hochmolekularen Körpern, zu denen u. a. die Eiweißkörper, die höheren Kohlenhydrate und Gummiarten gehören, die alle lediglich mit kolloiden Eigenschaften vorkommen und nur durch tieferen chemischen Abbau derselben beraubt werden können. Ein anderer Teil der Stoffe tritt dagegen je nach den Umständen, bald kolloid, bald krystalloid auf, wofür insbesondere P. P. v. WEIMARN an verschiedenen Fällungsreaktionen zahlreiche Beispiele gegeben hat. Hier scheint ausschließlich ein Unterschied des Dispersitätsgrades zwischen Kolloiden und Krystalloiden vorzuliegen. Diese Anschauung findet ihre kräftigste Formulierung darin, daß es prinzipiell möglich sein müsse, bei

[1]) Zwei Vorträge, gehalten am 1. und 8. April 1924 in der gemeinsamen Sitzung der chemisch-physikalischen Gesellschaft, der mineralogischen Gesellschaft und des Vereines der österreichischen Chemiker in Wien. Die darin angeführten Untersuchungen sind, soweit veröffentlicht, in einer Reihe von Arbeiten unter dem Titel „Beiträge zur allgemeinen Kolloidchemie I–XI" in der Kolloid-Zeitschr. bzw. den Kolloidchem. Beih. seit 1917 abgedruckt. Die erste kurze Mitteilung des allgemeinen Bauplanes der Kolloide erfolgte am 1. Juli 1920 im Anz. d. Akad. d. Wissensch. Die Versuche am Eisenoxydsol sind mit J. MATULA, G. WALTER, B. KÜHNEL und F. ROGAN, am Al- und Zr-Oxydsol mit M. ADOLF, am As_2S_3-Sol mit A. SEMLER und z. T. mit F. ROGAN, am Goldsol mit E. KNAFFL-LENZ, E. KAUTZKY, M. ADOLF und L. FUCHS, an Silbersolen mit P. NEUREITER, A. ERLACH und E. FRIED, an der Zinnsäure mit A. STIEGLER, am Ceroxydsol mit A. FERNAU, am Sb_2S_3-Sol mit F. UNGER, am Mastixsol mit E. WEISS ausgeführt worden.

passender Wahl der Bedingungen jeden Körper als Kolloid herzustellen, weiter daß die Kolloidität ein *Zustand* der Materie sei, wobei die Vorstellung mehr oder minder ausgesprochen unterlegt wird, daß sich mit Auftreten dieses Zustandes der stoffliche Aufbau der dispersen Teilchen nicht geändert hat.

Für diese Auffassung lassen sich etwa folgende Umstände anführen:

1. Die von v. WEIMARN studierte Abhängigkeit des kolloiden Charakters vieler Niederschläge von dem gewählten Konzentrationsverhältnis der reagierenden Stoffe.

2. Die Möglichkeit, durch bloßen Wechsel des Dispersionsmittels dieselbe Substanz, z. B. Erdalkalisalze einmal in Wasser molekulardispers, ein anderes Mal in Methylalkohol kolloid zu erhalten.

3. Die Existenz von *Elementen* in kolloider Form, insbesondere der Edelmetalle, und die Möglichkeit, direkt vom reinen Metall ausgehend durch die Bredigsche Zerstäubung im elektrischen Strom zu dessen Solen zu gelangen. Ferner schien der chemische Nachweis durch ZSIGMONDY erbracht, daß das Goldsol nur aus dem reinen Metall besteht, und auch das Röntgenogramm nach der Methode von DEBYE und SCHERRER zeigte im aus dem kolloiden Gold niedergeschlagenen Gel die Gitterstruktur des reinen Metalles an.

So ließen sich eine Reihe von fundamentalen Tatsachen, besonders aber die Beobachtungen an Edelmetallsolen, in dem Sinne verstehen, daß der kolloide Zustand auf einem Unterschied des Dispersitätsgrades derselben Substanz beruhe. Diese Auffassung hatte den Vorzug einer Vereinheitlichung zahlreicher Erfahrungen und bedeutete eine gesunde Reaktion gegen die in der älteren Chemie übermäßig verwendete Annahme allotroper Umwandlungen, die auch für das Auftreten kolloider Formen öfter herangezogen worden war.

Im allgemeinen ist jedoch bei den Kolloiden, insbesondere den anorganischen Kolloiden der Dispersitätsgrad in den Grenzen von 1—100 $\mu\mu$ nicht die zureichende Bedingung für ihre Stabilität, sondern es kommt noch ihre elektrische Ladung hinzu. Alle Kolloide erwiesen sich bisher, kenntlich an der Wanderung ihrer Teilchen im elektrischen Strome, als geladen, ihre Entladung macht sie lösungsinstabil. Sämtliche Arten der Koagulation von Kolloiden laufen primär auf eine elektrische Entladung hinaus.

Mit der Frage nach dem Ursprung dieser elektrischen Teilchenladung setzen nun die neueren Untersuchungen ein, die den Gegenstand unseres Berichtes bilden sollen. Diese haben wiederum, wenn auch in anderer Form, zu der Möglichkeit zurückgeführt, daß es doch chemisch-konstitutive Umstände gemeinsamer Art sind, die dem kolloiden Zustande zugrunde liegen.

In den folgenden Darlegungen sollen zweckmäßigerweise die Gruppe der *Metallhydroxyd-* sowie der *Sulfidsole* von der der *Edelmetallsole* getrennt werden, da an den ersteren die Erscheinungen ausgiebiger und durchsichtiger hervortreten, deren Feststellung bei den Edelmetallsolen größere Schwierigkeiten bereitet.

II.

Welchen Vorstellungen immer vom Ursprung der elektrischen Kolloidladung man sich hingeben mag, ob man diese durch Adsorption von Ionen aus der Lösung, oder bei den Metallsolen durch Aussendung von Metallionen aus kleinsten Nernstschen Elektroden, oder schließlich in der Art der Elektrolytdissoziation zustande gekommen denkt, stets wird in dem Dispersionsmittel die gleiche Zahl von entgegengesetzten Ionen, wir wollen sie kurz *Gegenionen* bezeichnen, vorhanden sein müssen, als die Kolloidteilchen freie Ladungen tragen. Man kann es nun versuchen, von dieser Seite her messend vorzudringen. Gelingt es in einem reinen Sol die Konzentration der Gegenionen zu bestimmen, dann kennt man auch die Gesamtsumme aller Kolloidladungen. Zusammengehalten mit anderen analytisch-chemischen Daten könnte dann die Ermittlung der freien Gegenionen ein wichtiges Bestimmungsstück für die Konstitution der Solteilchen selbst werden.

Ein weiterer leitender Gedanke der Versuche war der folgende. Wir dürfen uns im allgemeinen die Vorgänge bei der Solerzeugung aus einem molekulardispersen Elektrolyten, also z. B. Hydrolyse, Reduktion oder Ionensubstitution nicht als einstufige, sondern als mehrstufige Reaktionen mit allen Übergängen vorstellen. Es war demnach zu erwarten, daß das Studium gewisser Zwischenprodukte der Reaktion — bei den Metallhydroxydsolen sind es die Oxysalze der betreffenden Metalle — auch für das Verständnis der Soleigenschaften wichtige Anhaltspunkte liefern würde.

Methodisch mußte ferner eine möglichste Vervollkommnung und sehr genaue Kontrolle der Solreinheit angestrebt werden, sowie der Ausbau geeigneter physikalisch-chemischer Methoden zur Ionenmessung und die Anwendung der Mikroanalyse erfolgen.

Betrachten wir zunächst einen relativ einfachen und wegen der gut übersehbaren Zwischenstufen lehrreichen Fall, das *Aluminiumhydroxydsol*, das nach GRAHAM und MÜLLER durch Peptisation von gefälltem $Al(OH)_3$ mittels HCl in der Wärme gewonnen wird. Denkt man sich die hydrolytische Dissoziation von $AlCl_3$ allmählich ablaufend, so führt der Weg über die Salze $Al(OH)Cl_2$(1), $Al(OH)_2Cl$(2) zu $Al(OH)_3$ und es ist umgekehrt möglich, durch passende Behandlung von $Al(OH)_3$ mit HCl durch verschieden langes Kochen, das mit HCl-Abgabe einhergeht, zu den angeführten Chlorohydroxosalzen und schließlich zu einer hydroxydreichen, chlorarmen Substanz zu gelangen, die typische Soleigenschaften besitzt. Diese Salze und die Sole zeigen nun in ihrem Verhalten interessante Übergänge.

Das Salz $AlOH/Cl_2$ ist nach seiner molekularen Leitfähigkeit ein dreiioniger Elektrolyt von sehr

geringer Hydrolyse, läßt aber schon eine Eigenschaft deutlich erkennen, die sich bei den folgenden Produkten stärkerer Hydrolyse erheblich steigert. Bestimmt man den analytischen Al und Cl-Gehalt und ferner potentiometrisch die freien Chlorionen neben den H-Ionen, so kann man ein Bild der chemischen Konstitution der Salzlösungen erlangen. In der folgenden Tabelle fällt auf, daß in Konzentrationen (n), in denen praktisch fast sämtliche Chlorionen aktiv oder frei sein sollten, ein sehr erheblicher Anteil als nichtdissoziiert oder nichtaktiv anzunehmen ist. Für eine Lösung von etwas über 0,02 m ist der Dissoziationsgrad 60,3% auffallend klein.

Tabelle 1 $[Al(OH)/Cl_2]$.

n_{Cl} (analytisch)	C_{Cl} (potentiom.)	α %	C_H	$u_{(Al)}$ r. Ohm
0,068	$4{,}10 \cdot 10^{-2}$	60,3	$6{,}8 \cdot 10^{-5}$	99,7
0,017	$1{,}18 \cdot 10^{-2}$	69,0	$2{,}27 \cdot 10^{-5}$	85,0
0,00425	$3{,}48 \cdot 10^{-3}$	82,0	$1{,}00 \cdot 10^{-5}$	72,3
0,00106	$1{,}05 \cdot 10^{-3}$	96,0	$2{,}66 \cdot 10^{-6}$	59,0

Berechnet man die den freien H- und Cl-Ionen entsprechende Leitfähigkeit und subtrahiert sie von der Gesamtleitfähigkeit, so erhält man die auf die aluminiumhaltigen Ionen entfallende Leitfähigkeit K_{Al}. Würde das Salz lediglich als Chlorid Chlorionen dissoziieren, dann würde der Quotient aus $\frac{K_{Al}}{C_{Cl}}$ die Äquivalentleitfähigkeit der aluminiumhaltigen Ionen u_{Al} bedeuten, die zugleich ihre Beweglichkeit vorstellt. Wir sehen jedoch, daß dort, wo abnorm niedrige Chlorionenaktivitäten vorliegen, die Beweglichkeiten der Aluminiumanteile abnorm hoch sind und daß erst mit praktisch vollständiger Chlorionisation über 90% eine normale Ionenbeweglichkeit zwischen 50 und 60 für u_{Al} erscheint.

Noch auffälliger werden analoge Beobachtungen an dem nächsthöheren Oxysalz, das nach der Gleichung $Al(OH)_2Cl \rightarrow AlO/Cl + H_2O$ zum zweiionigen Aluminylchlorid führt. Selbst in höheren Verdünnungen bleibt hier die Chlorionisation α stark zurück und die Beweglichkeit des Al-Anteiles u_{Al} abnorm hoch, während die wenig abnehmende H-Ionenkonzentration auf stärkere Hydrolyse hinweist.

Tabelle 2 $[Al(OH)_2Cl \rightarrow AlO/Cl]$.

n_{Cl}	C_{Cl}	α	C_H	$u_{(Al)}$
$4{,}46 \cdot 10^{-3}$	$2{,}41 \cdot 10^{-3}$	54	$6{,}86 \cdot 10^{-5}$	132
$2{,}23 \cdot 10^{-2}$	$1{,}38 \cdot 10^{-3}$	62	$5{,}87 \cdot 10^{-5}$	108
$1{,}1115 \cdot 10^{-2}$	$0{,}761 \cdot 10^{-3}$	69	$4{,}88 \cdot 10^{-5}$	111

Wie sollen wir diese abnormen Leitfähigkeitsverhältnisse erklären? In einem Gemisch von Elektrolyten kann die Leitfähigkeit als die Summe der Produkte von Ionenbeweglichkeiten und der entsprechenden Ionenkonzentrationen dargestellt werden. Die abnormen u-Werte können nun offenbar daraus resultieren, daß wir lediglich mit einer Chlordissoziation der Oxysalze gerechnet haben, wodurch die angenommene Ionenkonzentration der Aluminiumanteile zu klein geworden ist. Nun kennen wir schon bei typischen ternären Elektrolyten, z. B. $BaCl_2$, das Vorkommen von Ionen vom Typus $BaCl_3^-$ und $BaCl^+$, wie dies namentlich von DRUCKER gezeigt worden ist. Diese Ionen können durch den Zerfall eines Doppelmoleküls, 2 $BaCl_2$ entstanden gedacht werden.

Man braucht auch in unserem Falle nur anzunehmen, daß beim ersten Salze ein kleiner Teil der Moleküle aus 2 $Al(OH)Cl_2$ unter Wasseraustritt die ionisierende komplexe Form $[AlCl_4]/AlO$ liefert, um die abnormen u-Werte aufzuklären, wobei durch eine neue, kein freies Chlor liefernde Ionenbildung das Chlor zur Komplexerzeugung verbraucht und die abnorm niedrige Menge freier Chlorionen verständlich wird.

Ähnlich genügt beim zweiten Salze die Bildung einer ionisierenden komplexen Form aus $Al(OH)_2Cl \cdot AlOCl \rightarrow \left[\begin{matrix} Cl \\ OH \end{matrix} Al \begin{matrix} OH \\ Cl \end{matrix}\right] \cdot AlO$, um die Anomalien des hohen u und kleinen α zu erklären. In der Tat gelingt es, in all den Fällen, wo abnorm hohe u-Werte und niedrige Chlorionenaktivität auftreten, Wanderung von Al zum positiven Pol, also die Bildung von negativen Aluminatkomplexen durch die elektrische Überführung zu erweisen. Die Vereinigung dieser 3 Kriterien erscheint also für den Autokomplexzerfall charakteristisch.

Damit wird ein wichtiger Anhaltspunkt auch für die Beurteilung gewisser Soleigenschaften gewonnen. Wenn man nämlich das Al-Hydroxyd mit Salzsäure genügend lange kocht, so bleibt eine schwach opalisierende Flüssigkeit von Kolloidcharakter, also Unfähigkeit durch Pergamentpapier zu dringen und Fällbarkeit durch Elektrolyte, übrig. Sie hatte bei einem Versuche die relativ einfache analytische Zusammensetzung $Al(OH)_3 \cdot Al(OH)_3 \cdot AlOCl$, deren Natur uns erst durch die physikalisch-chemische Analyse verständlich wird.

Tabelle 3 $[Al(OH)_3 \cdot Al(OH)_3 \cdot Al(OH)_4Cl]$.

n_{Cl}	C_{Cl}	α	C_H	$u_{(Al)}$
0,02	$4{,}23 \cdot 10^{-3}$	21	$1{,}05 \cdot 10^{-4}$	114
0,01	$1{,}69 \cdot 10^{-3}$	17	$1{,}07 \cdot 10^{-4}$	168
0,005	$0{,}595 \cdot 10^{-3}$	12	$0{,}846 \cdot 10^{-4}$	379

Hier erscheint nur ein Fünftel des Chlor ionisiert, und mit der Verdünnung erfolgt ein sehr starkes Ansteigen der u-Werte unter weiterer Abnahme der Chlordissoziation. Will man also zum Ausdruck bringen, wie etwa das unverdünnte Sol im Hauptanteil aufgebaut ist, so muß man die obige analytische Bruttoformel verfünffachen und ein AlOCl als ionisiert annehmen, das gibt $[10\,Al(OH)_3 \cdot 4\,AlOCl \cdot AlO]^+Cl^-$ als den Aufbau des auf eine Ladung entfallenden Solanteils, den wir als *Baustein eines Kolloidteilchens* betrachten wollen. Wir erkennen ferner, daß mit der Verdünnung ein Autokomplexzerfall von Solteilchen statthat, also eine Bildung von Aluminylaluminaten, die sich

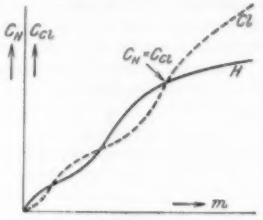
auch tatsächlich in der anodischen Wanderung eines Aluminiumanteiles anzeigt. Die positive Aufladung eines solchen Solbausteines erfolgt durch Ionisation des Anions Cl und nicht etwa von OH-Ionen, wie man es in vergangener Zeit vermutet hat.

III.

Mit der Erfahrung am Aluminiumhydroxydsol und den Oxysalzen des Aluminiums ausgerüstet, lassen sich die etwas schwierigeren, aber hochinteressanten Verhältnisse beim Hydroxydsol eines vierwertigen Metalles, z. B. des Zirkons, in den Hauptzügen überblicken. Die Ansätze und alle Übergänge zur Solbildung werden schon in den Lösungen des schön krystallisierenden Zirkonylchlorids $ZrOCl_2$ gut erkennbar. Wir rechnen im allgemeinen, wie sich dabei zeigte, immer noch mit zu einfachen Vorstellungen von der Konstitution solcher Salzlösungen, und es dürfte von Interesse sein, mit wenigen Strichen den Weg anzudeuten, der zu einem gewissen Einblick führen kann.

Bei der Auflösung von $ZrOCl_2$ entsteht eine nicht unerhebliche Menge von H-Ionen. Es findet Hydrolyse statt, die wie die Gleichung $ZrOCl_2 + 3\,H_2O \rightarrow Zr(OH)_4 + 2\,HCl$ lehrt, auf ein Salzmolekül 2 Moleküle HCl liefern kann. Es ist also die halbe H-Ionenkonzentration $\frac{C_H}{2}$ gleich der Zahl der gebildeten $Zr(OH)_4$-Moleküle und ist m der analytische molekulare Salzgehalt, so verbleiben nach der Hydrolyse $m - \frac{C_H}{2}$-Moleküle $ZrOCl_2$. Es hat sich nun die Tatsache ergeben, daß hier eine mächtige und mannigfaltige Autokomplexbildung stattfindet, die sich unmittelbar darin ausdrückt, daß die mittels der Gefrierpunktsbestimmung ermittelte molekulare Konzentration des Salzes sogar unter der analytisch ermittelten Konzentration gelegen sein kann, trotz einer durch die elektrische Leitfähigkeit gleichzeitig angezeigten Ionenbildung. Wären 2 Salzmoleküle unter binärer Ionisation zusammengetreten, so würden osmotische und analytische Konzentrationen einander gleich sein müssen. Es müssen also mehr als 2 Moleküle unter Ionisation zusammengetreten sein, damit die osmotische unter die analytische Konzentration sinkt. Wenn man ferner die potentiometrisch gemessenen H- und Cl-Ionen einander zuordnet und $C_{Cl} > C_H$ ist, so müssen den übrigbleibenden Chlorionen ($C_{Cl} - C_H$) positive Zirkonanteile entsprechen. Überraschenderweise zeigte es sich jedoch, daß in gewissen Salzkonzentrationen die H-Ionen über sämtliche freien Chlorionen überwiegen, so daß mindestens in diesen Konzentrationen, wo $C_H > C_{Cl}$ ist, negative Komplexe freier Zirkonsäure vorhanden sein müssen.

Ein Bild dieser ungewöhnlichen Verhältnisse gibt das beistehende Diagramm der H- und Cl-Aktivitäten in verschiedenen Zirkonsalzkonzentrationen. Wo die Chlorkurve über der H-Kurve liegt, überwiegen auch die positiven Zirkonanteile über die negativen. Das Umgekehrte ist der Fall, wenn die H-Kurve über der Cl-Kurve liegt. In den zwischengelegenen genau bestimmbaren Schnittpunkten $C_H = C_{Cl}$ sind positive Zirkonyl- und negative Zirkonationen einander gleich. Drei solche Schnittpunkte konnten festgestellt werden bei 0,0835 m, 0,0325 m und 0,0022 m $ZrOCl_2$-Gehalt. Sie grenzen zugleich Zonen ab, in denen die Wanderung des Zirkons überwiegend anodisch bzw. kathodisch erfolgt.



Figur 1.

Man kann nun durch Zusammenhalten der Leitfähigkeits- und Gefrierpunktswerte, sowie der potentiometrischen H- und Cl-Ionenbestimmung, der u_{Zr}-Werte und der Analysendaten für Cl und Zr die Komplexe, die in jeder Konzentration gebildet werden, mit hoher Wahrscheinlichkeit bestimmen, wobei die beobachteten und berechneten Werte sehr befriedigend zusammenfallen. Es sind verhältnismäßig nicht viele immer wiederkehrende Arten von positiven und negativen zirkonhaltigen Ionen anzunehmen. Sie sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Tabelle 4 [$ZrOCl_2$].

Komplexionen	
positive	negative
$Zr(OH)_4 \cdot ZrO^{\cdot\cdot}$	$Zr(OH)_2Cl_4^{\prime\prime}$
$Zr(OH)_4 \cdot Zr(OH)_4 \cdot ZrO^{\cdot\cdot}$	$Zr(OH)_4Cl_2^{\prime\prime}$
$Zr(OH)_4 \cdot ZrOCl_2 \cdot ZrO^{\cdot\cdot}$	$Zr(OH)_4Zr(OH)_4Cl_2^{\prime\prime}$
$2\,Zr(OH)_4 \cdot ZrOCl_2 \cdot ZrO^{\cdot\cdot}$	

Wir entnehmen daraus, wie die Molekülassoziationen im wesentlichen bewirken, daß die an sich unlöslichen $Zr(OH)_4$-Moleküle durch Anlagerung an ionisierende Zirkonanteile in Lösung gehalten werden, ferner daß ein negativer Zirkonatkomplex höchstens ein Hydroxydmolekül anlagert, während das positive Zirkonylion schon in der Lösung eines so einfachen Salzes drei zirkonhaltige Moleküle im Komplex übernehmen kann. Diese Beobachtung weist darauf hin, daß hier das Zustandekommen größerer positiver Aggregate wesentlich begünstigt erscheint, was für die Bildung positiver Sole von Bedeutung sein muß.

Man kann nun durch einfache Dialyse von Zirkonoxychlorid zu Lösungen gelangen, die, unverdünnt, ausgesprochen kolloiden Charakter aufweisen. Die kombinierte chemische und physikalisch-chemische Analyse eines solchen Zirkonhydroxydsols ergab, z. B. $[21\,Zr(OH)_4\,2\,ZrOCl_2ZrO]^{++}$ für einen auf ein Zirkonylion entfallenden Komplex. Im unverdünnten Sol finden sich ziem-

lich normale u-Werte, mit der Verdünnung jedoch geht ein gewaltiger Anstieg derselben — bis 682 bei Verdünnung auf $^1/_8$ — einher unter gleichzeitigem starken Absinken der Chlorionisation.

Wir erkennen daraus, daß hier die Beweglichkeit der Kolloidladungen, aus der Leitfähigkeit bestimmt, eine Größe wie bei typischen Ionen aufweist und daß Verdünnung ebenso wie beim Aluminiumoxydsol zu weitgehender Komplexaufspaltung führt, welche die Leitfähigkeit steigert und auch eine teilweise Zirkonwanderung zum positiven Pol bewirkt. Der Aufbau eines Solbausteins ist ein analoger wie beim kolloiden Aluminiumhydroxydsol. Wir finden ihn nun in der gleichen Weise beim Eisenhydroxydsol wieder, das zu einer Reihe wichtiger Untersuchungen gedient hat.

IV.

Das leicht erhältliche Eisenhydroxydsol ist von nahezu neutraler Reaktion $10^{-6} - 10^{-7}$ [H], was die Untersuchung wesentlich vereinfacht. Es kann durch Dialyse aus Eisenchlorid gewonnen werden, wobei, wie die Messung lehrt, die hydrolytisch abgespaltenen H-Ionen mit den Cl-Ionen in äquivalenter Menge durch die Wand durchtreten. Sobald die Hydrolyse eine gewisse Grenze überschritten hat, flockt das Sol aus. Ein Baustein hat die allgemeine Formel $[x\,Fe(OH)_3 \cdot y\,FeOCl \cdot FeO]^+ \cdot Cl^-$. Je nach der Dauer der Hydrolyse wächst die auf eine Ladung des FeO entfallende Molekülzahl $Fe(OH)_3$ (Tabelle 5). Wesentlich mehr als ca. 140 Moleküle, also 900 Atome, werden von einer Ladung nicht in Lösung gehalten. In den üblichen Solen hat x den Wert 40—50, y den Wert 3—6.

Ein frisch durch Dialyse hergestelltes Sol hat normale u-Werte von 42—45, für die auf eine Ladung entfallende Beweglichkeit. Durch Verdünnung, aber auch durch Erhitzen, werden diese u-Werte auf über 300 gesteigert, ein Leitfähigkeitsanstieg, den wir im Sinne der früheren Betrachtungen auf Komplexaufspaltung und Ionenvermehrung zu beziehen haben. Daß dies nur so zu verstehen ist, dafür sprechen direkte Messungen der elektrischen Wanderung im Überführungsapparat, die auch für Sole mit scheinbar hohen u-Werten normale absolute Geschwindigkeiten der Kolloidteilchen ergeben. Ist ferner ein Sol durch starkes Verdünnen komplexaufgespalten, dann hat das Erhitzen keinen steigernden Einfluß mehr auf den Zerfall.

Man kann nun die in ihrem Aufbau genau gekannten Sole benützen, um den Vorgang der Elektrolytflockung, der bekanntlich eine fundamentale Zustandsänderung der Kolloide vorstellt, näher zu studieren. Setzt man zu einem Eisenhydroxydsol ein Salz in einer dasselbe vollständig fällenden Konzentration hinzu, z. B. ein Nitrat oder Sulfat, so kann man die Chlorionen des Sols im Flockungsfiltrat nachweisen, während die fällenden negativen Ionen in einer dem ausgetretenen Chlor äquivalenten Menge in die Flokkung eingegangen sind. Es ist also ein Ionenaustausch erfolgt, und zwar nicht nur eine Substitution der freien Chlorionen, sondern, wie sich zeigt, des größten Teils des analytisch im Sol nachgewiesenen Chlors. Bei den zwei- und mehrwertigen negativen Ionen, z. B. Sulfat, Oxalat, Phosphat, ist die zur Flockung des Sols nötige Konzentration nahe gleich, genauer etwas kleiner als die im Sol enthaltene Chlormenge. Die Flockung ist also gar nicht von der Zahl der freien Chlorionen, d. h. der Kolloidladungen, sondern von dem ionogen gebundenen und substituierbaren Chlor im Sol bestimmt und dadurch verwandt den typischen Fällungsreaktionen der Elektrolyte z. B. $BaCl_2 + K_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2\,KCl$.

Allerdings sind hier auch gewisse für den Kolloidzustand typische Unterschiede vorhanden, auf die wir noch zurückkommen wollen. Dagegen ist zur Fällung des Eisenoxydsols durch die Salze einwertiger Anionen, z. B. Chloride, Nitrate, etwa das 70—100 fache des Chlorgehaltes des Sols erforderlich, und damit nähert sich der Flokkungsmechanismus in diesem Falle dem Typus einer Ionisationszurückdrängung durch den Überschuß eines gemeinsamen Ions.

V.

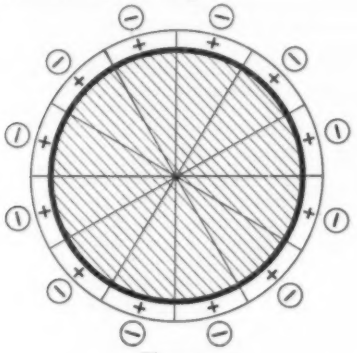
Lassen Sie uns, um nicht zu sehr in Einzelheiten unterzugehen, vorläufig innehalten und ein Bild vom Aufbau der Teilchen in den bisher betrachteten Solen gewinnen. Wir erkennen zunächst, daß stets eine Anzahl von nichtionisierenden und für sich nicht löslichen Molekülen durch Anlagerung einer von ihnen verschiedenen, ionogenen Molekel eine Ladung und damit offenbar die Lösungsstabilität empfängt. Wir bezeichnen ein solches auf eine Ladungseinheit bezogenes Molekülaggregat als einen Baustein der Solteilchen. Wohl kommt unter Umständen einem solchen Baustein ein so hohes Molekulargewicht zu, daß er nicht mehr als dialysabel angesehen werden kann. Aber zur Bildung eines ultramikroskopisch wahrnehmbaren Teilchens müssen viele solche Bausteine zusammentreten.

Daß dies die Regel ist, dafür sprechen eine Reihe von weiteren Tatsachen. Zunächst ist es die hohe

Tabelle 5 [Verschieden lange dialysierte $Fe(OH)_3$-Sole].

Sol	$m \cdot Fe \cdot 10^3$	$mCl \cdot 10^3$	$C_{Cl} \cdot 10^3$	Elementarkomplexe	Molekulargrößen der E.-Kompl.
I	53,08	7,53	1,39	$33\,Fe(OH)_3 \cdot 4{,}5\,FeOCl \cdot FeO/Cl$	4 000
II	46,00	4,08	0,654	$60\,Fe(OH)_3 \cdot 5\,FeOCl \cdot FeO/Cl$	7 000
III	33,56	2,20	0,449	$70\,Fe(OH)_3 \cdot 4\,FeOCl \cdot FeO/Cl$	8 000
IV	7,03	0,238	0,0533	$130{,}5\,Fe(OH)_3 \cdot 3{,}5\,FeOCl \cdot FeO/Cl$	14 500

Beweglichkeit der Teilchen im elektrischen Felde, die an die Beweglichkeit typischer Ionen heranreicht und bei so großen Teilchen nur durch viele Ladungen zustande kommen kann. Ferner verweist in dem gleichen Sinne der Unterschied der Flockungsreaktionen des Sols gegenüber typischen Fällungen. Während z. B. in einer $BaCl_2$-Lösung jeder kleinste Zusatz eines Sulfats zur Bildung des $BaSO_4$-Niederschlages führt, wird ein Eisenoxydsol erst durch die seinem Gesamtchlor nahezu äquivalente Menge von Sulfat geflockt. Bei geringerem Zusatz von Sulfat bleibt es klar, trotzdem zur Flockung des halbverdünnten Sols auch die halbe Sulfatmenge ausreicht. Es übt also bei zu geringem Zusatz des fällenden Ions der nicht im Chlor substituierte Solanteil auf den substituierten eine zur Lösung genügende aufladende Wirkung. Diese wird am besten verständlich, wenn ein Solteilchen viele Bausteine, also Ladungen hat, von denen der nichtentladene Teil die Flockung des substituierten hemmt. Es ist schließlich gelungen, wie sich später zeigen wird, in Solen mit gut bestimmbaren Teilchengrößen die auf ein Teilchen entfallende Ladungszahl direkt zu bestimmen. Schematisch würde sich also ein Kolloidteilchen in der folgenden Weise darstellen lassen, die fürs erste die Mengenverhältnisse der neutralen und ionogenen Moleküle veranschaulichen möge.



Figur 2.

Man wird sich aber mit der Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der Molekülarten in einem Baustein des Kolloids nicht begnügen, sondern auch die Frage stellen: Wie sind die Moleküle in einem Solteilchen angeordnet zu denken? Diese Frage läßt sich zunächst an einem daraufhin näher untersuchten Sol beantworten. Im Falle des Eisenhydroxydsols handelt es sich um 2 Molekülgattungen $Fe(OH)_3$ und FeOCl, die zum Aufbau des Kolloids und von Komplexen dienen. Vorerst kann man sicher aussagen, daß der unter Bildung freier Chlorionen dissoziierende Anteil der FeOCl-Moleküle sich an der Oberfläche der Teilchen befinden muß. Aber auch von den übrigen, meist das 3- bis 5 fache der ionisierenden ausmachenden FeOCl-Molekülen nimmt eine Anzahl am Lösungsgleichgewicht direkt teil, denn sie geht mit fortschreitender Dialyse unter Abgabe von HCl in $Fe(OH)_3$ über. Die Berechnung der Versuche ergibt, daß, bei verschiedenen Solen etwas variierend, 80—90% von sämtlichen FeOCl-Molekülen und darüber der Hydrolyse zugänglich bleiben, also sicher an der Oberfläche der Kolloidteilchen gelegen sein müssen. Da bei fortschreitender Hydrolyse das Sol ausflockt, so ist zunächst nicht auszusagen, ob der relativ kleine verbleibende Rest des molekularen FeOCl auch zur Gänze der Hydrolyse entzogen geblieben wäre.

Man kann in dieselbe Frage noch auf anderem Wege, nämlich durch Prüfung des bei der Solflockung durch Elektrolytzusatz erfolgenden Ionenaustausches, einzudringen suchen. Denn das durch andere zugesetzte Ionen substituierbare Chlor darf gleichfalls als zugänglich und frei verschieblich, also der Oberflächenschicht der Solteilchen angehörig angesehen werden. Wohl war schon in früheren Versuchen (mit J. MATULA sowie mit G. WALTER) gezeigt worden, daß der allergrößte Teil des Chlors der Solteilchen bei der Flockung substituiert wird. In neueren ergänzenden Versuchen mit F. ROGAN ergab sich dann, daß verschiedene Anionen etwas verschiedene Chloranteile bei der Flockung ersetzen und hinausdrängen. Die folgende Tabelle läßt ein Ansteigen der substituierten Chlorionen eines Sols in der Reihe Sulfat, Chromat, Oxalat von 84 auf 94,5% des gesamten Chlor erkennen. In dem untersuchten Sol hatte ein Baustein die Zusammensetzung $35\,Fe(OH)_3 \cdot 6\,FeOCl \cdot FeO/Cl$.

Tabelle 6. Sol: $[35\,Fe(OH)_3 \cdot 6\,FeOCl \cdot FeO/Cl]$
analyt. Chlor $= 6{,}933 \cdot 10^{-2}$ n.

Fällung mit	Herausgedrängtes Chlor	Chlorersetzbarkeit
K_2SO_4	$5{,}83 \cdot 10^{-2}$ n	84,1%
K_2CrO_4	$6{,}37 \cdot 10^{-2}$ n	91,8%
$Na_2C_2O_4$	$6{,}55 \cdot 10^{-2}$ n	94,5%

Wir sehen daraus in gleicher Weise wie bei der Berechnung der Solhydrolyse, daß der Hauptanteil des FeOCl, also hier mindestens 94,5% dem Ionenaustausch zugänglich, demnach oberflächlich angeordnet sein muß. Die Tatsache, daß verschiedene Anionen in merklich verschiedener Menge flockend wirken, also vollständige Unlöslichkeit des Koagulates herbeiführen, hängt zum Teil mit der Struktur der betreffenden Salzlösungen zusammen, die neben den zweiwertigen Ionen C_2O_4 oder CrO_4 auch die einwertigen Ionen, z. B. $KCrO_4$ und NaC_2O_4 enthalten, eine Frage, die uns hier nicht näher beschäftigen kann.

Es bleibt also nur ein sehr kleiner Teil des FeOCl den Reaktionen der Solteilchen entzogen und diese dürfen als Reaktionen an der Teilchenoberfläche angesehen werden. Anderseits darf man nicht übersehen, daß bei fortschreitender hydrolytischer Umwandlung und Verarmung an oberflächlichen FeOCl-Molekülen der im Solteilchen enthaltene den Reaktionsvorgängen nicht zugängliche Bruch-

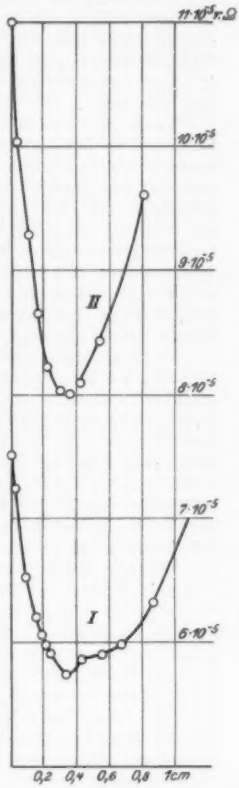
teil des Gesamtchlors relativ immer ansehnlicher wird und bei allen Berechnungen immer mehr berücksichtigt werden muß. Bezieht man die Beobachtungen an weitgehend dialysierten Solen nur auf den reaktionsfähigen Chloranteil, dann lassen sich alle Ergebnisse gut übersehen.

VI.

Im Anschluß an die hier besprochenen Typen von Metallhydroxydsolen mögen noch die Eigenschaften des bekanntesten Vertreters der negativen Sulfidsole, des kolloiden Arsentrisulfids betrachtet werden. Es wird gewonnen durch Einleiten von H_2S in As_2O_3-Lösung, wobei durch Substitution As_2S_3 entsteht. Der einfache Bildungsmechanismus, die Möglichkeit recht konzentrierte Sole herzustellen, hatten sehr früh die Kolloidforscher auf dieses Objekt gelenkt, das zu den klassischen älteren Untersuchungen von SCHULZE, LINDER und PIKTON, sowie WHITNEY und OBER gedient hat. Die letzteren Autoren hatten daran die grundlegende Beobachtung gemacht, daß das fällende Metallion zugesetzter Elektrolyte in den Niederschlag eingeht und darin durch andere Metallionen in äquivalenter Menge substituierbar ist. Im Flockungsfiltrat tritt hingegen freie Säure auf, die von diesen Forschern als Folge einer hydrolytischen Zerlegung des fällenden Salzes betrachtet wird. ZSIGMONDY gibt der Meinung Ausdruck, daß die vom Solkoagulat aufgenommenen Metallionen ein Maß der Kolloidladung sind, und H. FREUNDLICH betrachtet den H_2S als aktiven, aufladenden Elektrolyten.

Unsere Fragestellung läßt sich kurz fassen: Welches sind die positiven Gegenionen der Solteilchen? Wie groß ist ihre freie Konzentration, die als Maß der Kolloidladung betrachtet werden kann, und welches ist der ionogene Komplex an den Solteilchen? Man konnte hoffen, an diesen Solen infolge ihrer hohen Konzentration alle diese Fragen leichter als in anderen Fällen zu beantworten.

Die frisch hergestellten Sole werden mittels Durchblasen von H_2 vom Überschuß an H_2S gereinigt und bis zum Tiefpunkt der Leitfähigkeit dialysiert. Die dialysierten Sole zeigen beim Stehen einen Leitfähigkeitsanstieg bis zu einem konstanten Wert, beim Erhitzen wird H_2S abgegeben, und die Leitfähigkeit sinkt. Als positives Gegenion kommt ein einziges Kation in Betracht, das $H^{\cdot}$, welches der Dissoziation $H_2S \rightarrow HS' + H^{\cdot}$ entstammt. Eine direkte potentiometrische Bestimmung des $H^{\cdot}$ ist wegen der Vergiftung der Elektroden durch Spuren von Schwefelwasserstoff ausgeschlossen, man kann aber den folgenden Weg einschlagen. Lösungen, welche freie H-Ionen enthalten, deren Beweglichkeit bekanntlich im Wasser etwa 5—7 mal so groß ist als die der übrigen Kationen, müssen bei tropfenweisem Zusatz von Lauge infolge der Reaktion $H^{\cdot} + OH' \rightarrow H_2O$ einen starken Abfall der Leitfähigkeit erfahren, bis zu einem Tiefpunkte, in welchem alle freien H-Ionen verschwunden sind. Dann erst kann, wenn keine weitere Neutralisation erfolgt, die zugesetzte Lauge zum Ansteigen der Leitfähigkeit führen. Dieses Verfahren hat sich unter Kombination mit einer Mikrotitration ganz allgemein zur Untersuchung von acidoiden Solen verwenden lassen, wie wir die Sole mit $H^{\cdot}$ als Gegenionen nennen wollen. Das folgende Bild zeigt den Gang einer solchen Leitfähigkeitstitration der H-Ionen im As_2S_3-Sol mittels einer gegen Kohlensäure entsprechend geschützten Barytlauge.



Figur 3.

Man kann nun auch auf anderem Wege unter direkter Zugrundelegung der elektrischen Leitfähigkeit zur Kenntnis der H-Ionen gelangen. Denn unter der Voraussetzung, daß keine anderen als H-Ionen neben negativen Kolloidteilchen vorhanden sind, muß die Leitfähigkeit gleich sein

$$K = \frac{n}{1000}(u_H + v_{Koll}).$$

Der Wert u_H ist sehr groß, v_{Koll} schwankt nach zahlreichen Erfahrungen zwischen 40 und 50 π O, bei verschiedenen Kolloiden, eine Schwankung, die hier prozentisch wenig austrägt. So läßt sich aus K die Konzentration n der H-Ionen bestimmen. In der folgenden Tabelle sind die aus der Leitfähigkeit unmittelbar hergeleiteten H-Ionen H_K und die indirekt durch Titration erhaltenen H wiedergegeben. Die lange dialysierten oder lange gestandenen Sole zeigen Übereinstimmung der beiden Werte. In den frischen ist jedoch $[H]_{titr} > [H]_K$, ein Unterschied, der sich mit der Zeit ausgleicht. Ein umgekehrtes Verhalten dieser beiden Größen wurde nicht beobachtet.

Tabelle 7 (As_2S_3-Sole).

Sol	Millimole As_2S_3 Liter	$[H^{\cdot}] \cdot 10^5$ aus Leitf.	$[H^{\cdot}] \cdot 10^5$ titriert	Moleküle As_2S_3 auf eine Ladung
A (gestanden)	5,183	20,1	22,0	26
B	12,715	26,5	37,0	48
C	8,536	18,8	29,0	46
IV	7,8	9,7	10,8	80
VI (frisch)	75,2	17,8	26,2	422
VI (gestanden)	75,2	26,5	26,2	287

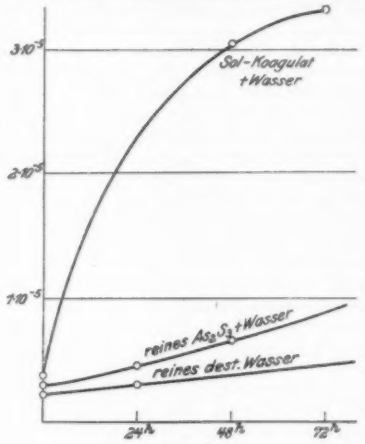
Wir dürfen nun annehmen, und es sprechen alle Erfahrungen dafür, daß die Leitfähigkeit der Sole

die freien H-Ionen sicher anzeigt und daß bei der Titration in frischen Solen auch noch nachionisierende H-Ionen wirksam werden können, wodurch der titrierte Wert erhöht wird gegenüber dem Leitfähigkeitswert. Ist aber die Freisetzung von H-Ionen mit der Zeit im Sol zum Abschluß gelangt, dann werden beide H-Werte übereinstimmen. Jedenfalls zeigt die Leitfähigkeit die freien H-Ionen an und kann dazu dienen, die auf eine Ladung entfallenden, also von ihr in Lösung gehaltenen As_2S_3-Molekeln zu bestimmen. Diese Zahl schwankte in den untersuchten Fällen zwischen 26 und 423 Molekülen.

Welches ist nun der ionogene Komplex an den Solteilchen? Die in der jüngsten Zeit von BATHNAGAR vertretene Anschauung, daß es sich um eine Hülle des rötlichen Realgar As_2S_2 um das As_2S_3 handeln könnte, konnte nicht nur wegen der Unmöglichkeit, so zu ionogenen Komplexen zu gelangen, sondern auch wegen der dieser Annahme widersprechenden tatsächlichen Löslichkeitsverhältnisse der Hülle abgelehnt werden. Am nächsten liegend schien es uns, daß der H_2S mit As_2S_3, ähnlich wie dies von Alkalisulfiden mit As_2S_3 bekannt ist, unter Bildung von Sulfarsenitsäure — die einfachste Form wäre $H_3As_3S_4$ — reagiert, die in das aufladende Ion As_3S_4H' und das Gegenion H' zerfällt. Herr A. SEMLER konnte dann am Institute in Fortsetzung der Versuche den direkten chemischen Nachweis erbringen, daß eine Sulfarsenitsäure die ionogene Hülle der Teilchen in Arsentrisulfidsol bildet. Fällungen des Sols mit Erdalkalisalzen z. B. Ba werden beim Trocknen rot und zeigen nicht die Löslichkeitsverhältnisse von As_2S_2 oder As_2S_3, dagegen die des Bariumsulfarsenits: 1. Bei Auszug mit Wasser verschwindet die rote Farbe, es bleibt gelbes As_2S_3 übrig. Dagegen ist in den Auszug das Barium und mit H_2S fällbares Arsen übergegangen; 2. Das gewaschene Solkoagulat zeigt mit der Leitfähigkeitsmessung bei Digerieren mit Wasser eine vielfach größere Löslichkeit an als reinstes As_2S_3, wie das folgende Diagramm erkennen läßt; 3. Flockt man das Sol mit verschiedenen Metallsalzen, so zeigt die Farbe des Solkoagulates nicht Übereinstimmung mit den betreffenden Sulfiden, sondern weitgehende Übereinstimmung mit den betreffenden Sulfarseniten. Wir können also als allgemeine Formel eines Bausteins des As_2S_3-Sols schreiben:

$$[x\ As_2S_3 \cdot y\ As_2S_4H_2 \cdot As_2S_4H] \cdot H^+.$$

Die ursprünglich als einfache Substitution des O der arsenigen Säure aufgefaßte Bildung des As_2S_3-Sols erscheint bei näherer Betrachtung als das Ergebnis einer größeren Mannigfaltigkeit von Reaktionen. Am Anfange darf die Reaktion als in großer Verdünnung vor sich gehend angesehen werden, bei welcher die geringe Menge von gebildetem As_2S_3 mit HS' des Schwefelwasserstoffs unter Entstehung von Sulfarsenitsäureionen reagiert. In diesem Sinne spricht eine Beobachtung VORLÄNDERS, nach welcher H_2S-Wasser in genügender Verdünnung mit Arseniksäurelösung eine farblose Flüssigkeit gibt, welche den H_2S zum größten Teil auch gegen Durchblasen von H_2 festhält. Erst in höheren Konzentrationen des H_2S findet Abscheidung von gelbem As_2S_3 statt. Wir dürfen ebenso im Sol annehmen, daß die primär entstehende Sulfarsenitsäure bei weiterer H_2S-Einwirkung immer wieder unter As_2S_3-Bildung zerfällt, an welches die jeweilig neu gebildete Sulfarsenitsäure angelagert wird. Auch hier ist also, wie bei den Oxydsolen, das fortgeschrittenste Produkt der Solbildung das im Innern der Teilchen gelegene As_2S_3, während das jüngste Produkt, die als ionogener Komplex funktionierende Sulfarsenitsäure, an der Oberfläche der Teilchen gelagert ist, von wo sie direkt abgelöst und isoliert werden kann.



Figur 4.

In einzelnen Fällen enthalten die Solteilchen im ablösbaren Anteil As_2O_3, so daß hier als primäres Reaktionsprodukt eine oxysulfarsenige Säure auftritt, indem wohl HS' angelagert, aber der Sauerstoff des As_2O_3 nur zum Teile durch Schwefel substituiert worden ist.

Mit den angeführten Versuchen erscheint der Zusammenhang der Beobachtungen an Sulfid- und Hydroxydsolen in den wichtigsten Beziehungen hergestellt.

VII.

Ein Überblick der bisherigen Erfahrungen gibt das folgende Bild.

1. Die Kolloidteilchen können in den angegebenen Fällen in Bausteine zerlegt gedacht werden, die das Verhältnis der Moleküle darstellen, welche auf eine Ladung entfallen. Eine größere Zahl unlöslicher Moleküle kommt auf wenige, anders konstituierte ionogene Molekeln, von denen meist nur ein Teil ionisiert, der andere zum größten Teil mit dem ionisierten im Gleichgewicht ist. Die von einer Ladung getragene Molekülzahl ist begrenzt, ihr Grenzwert ist für verschiedene Kolloide verschieden und wahrscheinlich recht charakteristisch.

2. Jedes Solteilchen enthält in seinem Innern die fortgeschrittensten oder die Endprodukte der bei seiner Bildung wirkenden Reaktion, an seiner Oberfläche die weniger weit fortgeschrittenen, noch genügend ionogenen Produkte des erzeugenden Prozesses, dessen Geschichte in der Schichtung der Kolloidteilchen ähnlich niedergelegt ist, wie bei gewissen geologischen Vorgängen.

3. Im allgemeinen trägt ein Kolloidteilchen viele Ladungen, ist also aus einer größeren Zahl der oben definierten Bausteine zusammengesetzt. Die Bestimmung dieser Zahl wird im folgenden noch erörtert werden.

4. Die nicht frei ionisierenden, oberflächlich gelegenen ionogenen Komplexe bilden eine Reserve für die Nachlieferung von Ionen und sind für die Stabilität des Kolloids sehr wesentlich. Ihre Substitution durch andere Ionen führt zur Flockung, wenn diese neugebildeten Komplexe selbst unlöslich sind oder eine Behinderung ihrer Ionisation durch einen großen Überschuß von zugesetzten Elektrolyten erfolgt. Daß die ursprüngliche Ladungszahl der Kolloidteilchen ihre Stabilität bestimmt, erweist sich nur als ein besonderer Fall, dann nämlich, wenn keine Ionisationsreserve vorhanden ist.

5. Da alle Übergänge von einfachen zu höheren Komplexen bei den Hydroxydsolen in den zugehörigen Oxysalzen vorliegen, und bei den letzteren niemand etwa von einer Adsorption zwischen 2 Molekülen sprechen wird, so hat auch die Annahme einer Aufladung durch Adsorption bei den höheren Komplexen keinen heuristischen Wert. Bei allen diesen Fällen reichen die zuerst von WALTER KOSSEL betonten elektrostatischen Wechselbeziehungen zwischen heteropolaren Molekülen für eine einheitliche Auffassung aus. Die Adsorptionstheorie wollte erst durch Ionenadsorption die Aufladung der Kolloidteilchen und dann durch weitere Adsorption entgegengesetzter Ionen die Entladung vor der Koagulation erklären, eine Schwierigkeit, die für die hier vorgebrachte Auffassung gar nicht besteht.

Die zeitlichen Veränderungen, das sog. *Altern* der Kolloide, welches schon von GRAHAM als ein allgemeines Merkmal derselben hervorgehoben worden ist und das sich bei unseren Solen vor allem als Leitfähigkeitsanstieg und Viskositätsabnahme ausprägt, beruht in erster Linie auf einer Komplexaufspaltung der Solteilchen, welche durch Erhitzen oder durch Verdünnung gefördert werden kann.

Die Auffassung der elektrischen Kolloidladung als Ergebnis einer Ionisation differenzierter Oberflächenmoleküle läßt eine größere Mannigfaltigkeit der Entladungs- und Koagulationsmechanismen voraussehen, als bisher angenommen wurde und gestattet in vielen Fällen die Kolloidstabilität aus der Konstitution der Bausteine der Solteilchen unmittelbar abzulesen. Die Kolloidentladung bei Elektrolytzusatz kann nicht nur durch Umwandlung der ionogenen Komplexe in unlösliche Salze erfolgen, sie kann auch durch Ablösung derselben bewirkt werden, oder sie kann durch Weiterführung des solerzeugenden Prozesses, z. B. der Hydrolyse oder Substitution stattfinden, wobei der ionogene Charakter der Moleküle verlorengeht. Da es sich gezeigt hat, daß unter Umständen mehrere dieser Faktoren gleichzeitig wirksam sein können, werden die Koagulationsphänomene oft recht kompliziert und bedürfen dann eines viel eingehenderen Studiums, als für die meist angestrebte allgemeine Orientierung erforderlich ist.

Es gelingt ferner, verschiedene sonst gar nicht durchsichtige Erfahrungen mit den entwickelten Vorstellungen leichter zu verstehen. Man kann z. B. ein Eisenhydroxydsol mit nahezu gleicher Zahl der von einer Ladung getragenen unlöslichen Moleküle einmal aus Bausteinen ohne erhebliche Reserve an ionogenen Molekeln, und ein anderes Mal aus Bausteinen mit einer solchen Reserve herstellen. Dann wird auch, selbst ohne Unterschiede des Dispersitätsgrades, im zweiten Falle ein weit höherer Schwellenwert der Flockung bei Elektrolytzusatz nötig als im ersten.

Wir müssen es uns unter Hinweis auf die ausführlichen Arbeiten versagen, die hier gebrachten Beispiele ausführlicher zu behandeln und möchten uns in einem folgenden Teile einem auch für den Physiker besonders interessanten Objekte zuwenden, den Edelmetallsolen, bei denen die bisherigen Anschauungen wohl am tiefsten Wurzel geschlagen haben.

Neuere pflanzengeographische Literatur aus Finnland.

Sammelbericht von W. Wangerin, Danzig-Langfuhr.

Seit ihrer im Jahre 1871 durch J. P. NORRLIN erfolgten Begründung hat die pflanzengeographische Erforschung Finnlands in stetem Fortschreiten ein bedeutendes und erfolgreiches Stück Arbeit geleistet, die in einer recht umfangreichen Literatur ihren Niederschlag gefunden hat. Daß hierbei freilich ein Abschluß bei weitem noch nicht erreicht ist, daß vielmehr in Finnland wie anderwärts die Erforschung der Flora und Vegetation noch ein weites und reiches Feld für künftige Arbeit bietet, deren wichtigste Zielpunkte unlängst CAJANDER in trefflicher Weise dargelegt hat, ist eine Erscheinung, die sich als naturgemäße Folge aus der mit dem Fortschreiten der Wissenschaft resultierenden Erweiterung und Vertiefung der Problemstellung ergibt und die ja auch anderwärts in gleicher Weise wiederkehrt. Daß aber, ganz abgesehen von der Förderung landes- und heimatkundlicher Interessen, solche in einem Lande geleistete Detailarbeit auch für die Aufklärung allgemeinerer pflanzengeographischer Fragen gewinnbringend ist, ergibt sich nicht nur

daraus, daß ja erst auf diesem Wege die unentbehrlichen Bausteine für das Gesamtgebäude herbeigeschafft werden, sondern kommt auch darin zum Ausdruck, daß die planmäßige und allseitige pflanzengeographische Untersuchung eines enger begrenzten Gebietes nicht selten auch zu neuen Fragestellungen von bisweilen grundlegender Bedeutung führt und dadurch auf die Entwicklung der Gesamtwissenschaft befruchtend zurückzuwirken vermag. Von diesen Gesichtspunkten aus verdient auch die aus den letzten Jahren vorliegende, recht reichhaltige einschlägige finnländische Literatur, über die im folgenden in kurzer Zusammenfassung berichtet werden soll, volle Beachtung.

Vor allem gilt das Gesagte von den Arbeiten PALMGRENS, der sich schon seit zwei Jahrzehnten der eingehenden Erforschung der Ålandsinseln widmet. Zwei seiner neueren hierauf bezüglichen Arbeiten haben die „Laubvegetation" zum Gegenstand, d. i. ein Assoziationskomplex, der von der Laubwiese, dem gewöhnlichsten Typus, ganz allmähliche Übergänge zu offenen Wiesen einerseits, zu Laubhainen mit geschlossenem Baumbestand andererseits zeigt und der, vornehmlich auf fruchtbarem, kalkreichem Boden auftretend, sich durch einen besonders großen Artenreichtum auch des Unterwuchses auszeichnet. Die eine dieser Arbeiten stellt die deutsche Übersetzung des dritten Teiles einer in schwedischer Sprache bereits in den Jahren 1915—17 erschienenen monographischen Bearbeitung der Laubvegetation dar und hat statistische Untersuchungen über Artenzahl und Areal sowie über die Konstitution der Vegetation zum Gegenstand, wobei sich zeigte, daß Verf. manche Gesichtspunkte und Ergebnisse, die in der neueren pflanzensoziologischen Literatur eine Rolle spielen, bereits vorweggenommen hat. Bei einem Vergleich von 30 Einzelgebieten fand PALMGREN nämlich, daß die Laubvegetation als Ganzes eine bedeutend größere Zahl von Arten enthält als irgendeines selbst der größten zusammenhängenden Spezialgebiete und daß die Zahl der in sämtlichen Spezialgebieten vorkommenden Arten sich sogar recht niedrig (52 von 324 = 16% der Gesamtzahl) stellt, während für Gebiete von ungefähr derselben Größe und mit annähernd gleichartigen Standorts- bzw. Formationsverhältnissen die Artensummen sich wesentlich gleich stellen und letztere im großen und ganzen in direktem Verhältnis zu den Arealen der betreffenden Gebiete treten; auch die relative Anzahl von Holzgewächsen, Gräsern und Kräutern stellt sich im großen und ganzen bemerkenswert gleich. Es besteht also ein enger Zusammenhang zwischen Areal und Artenanzahl, und wenn innerhalb der einzelnen Gebiete nur ein Teil der Arten angetroffen wird, die dort theoretisch hätten erwartet werden können, so ist das darauf zurückzuführen, daß die am Platze zuerst fest ansässigen Arten den späteren Ankömmlingen die Ansiedlung erschweren bzw. wenn aller Platz bereits besetzt ist, unmöglich machen. Es ist eine gewisse minimale Fläche erforderlich, um allen für einen bestimmten Standortstypus kennzeichnenden Arten das Auftreten zu ermöglichen, und aus der im Verhältnis zu der bedeutenden Zahl disponibler Arten stets zu unbedeutenden Flächengröße und aus den daraus resultierenden Wirkungen des Kampfes um den Platz nicht nur zwischen den Individuen, sondern auch zwischen den Arten ergibt sich die Ungleichförmigkeit der Artenzusammensetzung, die sowohl zwischen einzelnen gleichartigen Standorten als auch zwischen verschiedenen Laubwiesengebieten sich geltend macht. Weiter untersuchte PALMGREN die Verteilung des Artenmaterials auf die verschiedenen Frequenzkategorien[1]) und fand dabei eine bemerkenswerte Übereinstimmung für die verschiedenen Distrikte, die nicht nur darauf schließen läßt, daß die Vegetation innerhalb der Spezialgebiete eine gewisse, ziemlich definitive Gleichgewichtslage repräsentiert, sondern auch das Vorhandensein eines bei der Entwicklung der Vegetation wirksamen, allgemein gültigen Gesetzes vermuten läßt. In der Laubvegetation verteilt sich das Artenmaterial auf die verschiedenen Frequenzkategorien etwa gleichmäßig, mit Ausnahme der höchsten, die eine auffallend große Artenzahl enthält; allgemein aber dürfte nach Ansicht des Verf. ein für einen bestimmten Formationstypus im Vergleich zu anderen besonders spezifischer Zug in dem Verhältnis zwischen der Artenzahl der höchsten Frequenzkategorie und der Artensumme der sämtlichen übrigen liegen, wobei die Artensummen im umgekehrten Verhältnis zum Artenreichtum einer Formation stehen dürften. Das außerordentlich umfangreiche, bei seinen Laubwiesenstudien auf Åland gesammelte floristische Material (ca. 27 000 Lokalitätsangaben für 324 Arten) setzte den Verf. nun in den Stand, auch die Behandlung der Fragen, die sich an das Problem der Wanderung der Vegetation anknüpfen, erfolgreich in Angriff zu nehmen. Das Untersuchungsgebiet eröffnet hier insofern besonders günstige Aussichten, als einerseits die klimatischen und Standortsverhältnisse innerhalb des ganzen Schärenarchipels wesentlich gleichartig sind, andererseits die geographische Lage (von Schweden durch ein an der schmalsten Stelle 40 km breites, inselloses Meer getrennt) und Beschaffenheit (Auflösung in eine Anzahl gut voneinander geschiedener Gebiete von sehr wechselnder Ausdehnung) starke Vorzüge darstellen und endlich die Laubwiesenvegetation, von wenigen

[1]) Der hierfür von P. gewählte Ausdruck „Konstitution der Vegetation", dessen sich in ähnlichem Sinne auch die neuere schwedische Pflanzensoziologie bedient, scheint dem Referenten allerdings nicht glücklich und treffend gewählt, da es sich bei diesen statistischen Verhältnissen eben doch nur um einen, wenn auch wichtigen und bemerkenswerten Zug in dem Aufbau der Pflanzengesellschaften handelt, während der Ausdruck „Konstitution" wohl eher auf das Gesamtwesen derselben angewendet werden sollte.

Ausnahmen abgesehen, nur von einem Verbreitungszentrum aus, nämlich von Schweden her, eingewandert ist. Die Untersuchung ergab die Möglichkeit einer pflanzengeographischen Einteilung Ålands in drei, durch deutliche Grenzlinien voneinander geschiedene Hauptgebiete (westliches A., östliches A. und südlicher Archipel). Dabei beruht diese Scheidung weniger auf dem bloßen Vorkommen oder Fehlen einer größeren oder geringeren Anzahl bemerkenswerter Arten in den betreffenden Gebieten, als vielmehr vor allem auf einer nach Osten hin erfolgenden sukzessiven Reduktion der Artenzahl selbst. Der Grund hierfür kann nur in dem nach Osten hin zunehmenden Abstand von einem im Westen liegenden Verbreitungszentrum, welcher die Aussichten für die Elemente der Vegetation, bei der Verbreitung mitzukommen, sukzessiv vermindert hat. Theoretisch war eine solche Bedeutung der Entfernung als pflanzengeographischer Faktor wohl zu erwarten; das Verdienst der Palmgrenschen Untersuchungen liegt vor allem darin, gezeigt zu haben, daß diese Bedeutung der Entfernung auch auf kleinere Strecken sich deutlich bemerkbar macht, und ferner darin, daß sich aus ihnen zum ersten Male ergibt, in welchem Grade bei einer solchen Wanderung in bestimmter Richtung die die Vegetation zusammensetzenden Elemente das Vermögen besitzen, zusammenzuhalten, in welchem Grade eine Splitterung stattfindet. — Eine dankenswerte Vervollständigung des Bildes von der Vegetation der Åländischen Landschaft gibt PALMGREN endlich in einer dritten, den Nadelwald behandelnden Arbeit, welcher teils als Kiefern-, vorherrschend aber als Fichtenwald den weitaus größten Teil des Areals einnimmt. Ein charakteristischer Zug vor allem ist die Artenarmut des Nadelwaldes gegenüber der bedeutenden Artenzahl der Laubwiesen; als ihm ursprünglich angehörig werden 58 Arten ausgewiesen, von denen aber 16 nur auf dem fruchtbarsten, bloß einen kleineren Teil des Geländes bedeckenden Nadelwaldboden auftreten und nur etwa 20 wirkliche Charakterpflanzen darstellen. Die Waldtypen Ålands stimmen, wo sie in ihrer am meisten kennzeichnenden Form ausgebildet sind, weitgehend mit denen des finnischen Festlandes überein, doch ist dieses Vegetationsbild keineswegs das am häufigsten wiederkehrende, vielmehr zeigt sich besonders im alten, lange Zeit hindurch in mehr oder weniger ungestörter Ruhe entwickelten Wald ein Zurücktreten der Reiser im Unterwuchs und statt dessen eine dominierende Moosdecke von Hylocomium. Den Grund für diese Erscheinung findet Verf. vor allem darin, daß die im Verlaufe der natürlichen Entwicklung eintretende Ausbreitung der Moos- und Flechtenpolster die vegetative und generative Verjüngung der Reiser mehr und mehr beeinträchtigt; der Wald Ålands trägt gegenüber dem des Festlandes, wo eine höher entwickelte Forstwirtschaft sowie Waldbrände oder Brandwirtschaft eine häufige Verjüngung im Gefolge gehabt haben, viel mehr den Charakter eines alten Naturwaldes. Auch die auffällige Armut des Unterwuchses an Kulturelementen und der einförmige Charakter des Waldbestandes deuten darauf hin; im übrigen hat auch die Nutzung als Viehweide in demselben Sinne wie die natürliche Entwicklungstendenz gewirkt. Bemerkenswert ist hinsichtlich des Florencharakters ferner noch, daß einige Arten des Åländischen Nadelwaldes ebenso wie die der Laubwiesenvegetation eine ostwärts abnehmende Frequenz zeigen, was ebenfalls auf eine von Westen her erfolgte Einwanderung der betreffenden Arten hindeutet.

Eine interessante Verknüpfung pflanzengeographischer und praktisch-forstwissenschaftlicher Forschungstätigkeit tritt in der den „Waldtypen" gewidmeten Arbeit CAJANDERS entgegen. Der fragliche Begriff war von dem genannten Autor zum ersten Male im Jahre 1909 aufgestellt worden; seine damaligen Anregungen haben zu einer überaus regen forstwissenschaftlichen Arbeit in Finnland geführt, über deren wichtigste Ergebnisse nunmehr berichtet wird. Der leitende Grundgedanke ist folgender: Aus der durch ihre verschiedenen Lebensansprüche begrenzten Existenzmöglichkeit der Pflanzenarten, aus dem Konkurrenzkampfe der Arten um Raum, Nahrung und Licht und aus der unbewußten Begünstigung der einen Pflanzenart durch andere resultiert in der Natur die regelmäßige Gestaltung der Vegetationsdecke, die Existenz und die oft recht scharfe Abgrenzung von Pflanzenvereinen, deren jeder einen bestimmten ökologisch-biologischen Charakter besitzt derart, daß an biologisch gleichwertigen Standorten innerhalb des Verbreitungsgebietes der an seiner Zusammensetzung vornehmlich beteiligten Pflanzenarten und unter der Voraussetzung gleicher Ausbreitungsmöglichkeit auch immer der gleiche Pflanzenverein zur Ausbildung gelangen wird. Diese Gesetzmäßigkeit, der zufolge die Vegetation als der Ausdruck der Standortverhältnisse betrachtet werden kann, bildet nun den Ausgangspunkt für den Versuch, aus der Pflanzendecke leicht kenntliche Unterscheidungsmerkmale für Waldstandorte von verschiedener Produktionskraft abzuleiten und zu einer Klassifizierung der Waldstandorte für die Aufstellung von Ertragstafeln und sonstige forstliche Rentabilitätsberechnungen (Waldstandortsbonitierung) zu benutzen. Der so gebildete Begriff „Waldtyp" deckt sich allerdings nicht ganz mit dem gewöhnlichen Pflanzenvereinsbegriff, da von der Zusammensetzung des Holzbestandes wegen der ganz unkontrollierbaren kulturellen Eingriffe und sonstigen mit hereinspielenden Zufälligkeiten dabei ganz abgesehen und nur die Untervegetation zur Charakterisierung benutzt wird; auch ist es mit Rücksicht auf die Praxis notwendig, mit einer möglichst geringen Zahl von Waldtypen, die wirklich waldwirtschaftlich von Bedeutung sind, sich zu bescheiden, und endlich ist zu berücksichtigen, daß die Bodenvegetation je nach dem Alter des

Baumbestandes wechselt, zu demselben Waldtyp aber alle hierdurch bedingten Entwicklungsphasen gerechnet werden müssen. Die für jeden Waldtyp am meisten charakteristische Vegetation ist in den angehend haubaren Beständen ausgebildet, die deshalb für die Definition der Waldtypen am geeignetsten sind. Zu beachten ist, daß die Waldtypen keineswegs bestimmte Bodenarten charakterisieren, sondern den Gesamtexponenten der Wirkung aller Standortsfaktoren darstellen; auch darf die Benennung der verschiedenen Typen nach bestimmten, im allgemeinen vorherrschenden Pflanzenarten nicht zu der Auffassung verleiten, als ob diese Art allein den Typ charakterisiere, vielmehr ist stets die Gesamtzusammensetzung der Vegetation und der hierdurch bestimmte biologische Charakter maßgebend. Die Gesamtzahl der Typen, die CAJANDER innerhalb Finnlands unterscheidet, beträgt 15; sie verteilen sich auf die drei Gruppen der Hainwälder, der frischen Wälder und der Heidewälder. Zu den Fragen der praktischen Brauchbarkeit dieser Waldtypen, die von CAJANDER nur im Hinblick auf die grundsätzliche Seite berührt werden, äußert sich im Anschluß an seine Ausführungen ILVESSALO des näheren, der in den Jahren 1916—1920 eingehende diesbezügliche Untersuchungen besonders in der Südhälfte Finnlands ausgeführt hat. Aus seinen Mitteilungen geht hervor, daß alle Wachstumsverhältnisse im Rahmen eines und desselben Waldtyps auch in verschiedenen Teilen des Landes, dieselbe Holzart und dieselbe waldbauliche Behandlung der Bestände vorausgesetzt, wenig variieren, dagegen bei den verschiedenen Waldtypen verschieden sind, so daß sie sich als einheitliche und natürliche Grundlage der Waldbonitierung gut eignen. Im Anschluß hieran gibt dann CAJANDER noch eine Übersicht über die weiteren seit 1909 in Finnland über die Waldtypen ausgeführten Untersuchungen, doch entziehen sich die dabei berührten Einzelheiten einer Wiedergabe in extenso. Dagegen ist noch einer weiteren, auf diesen Gegenstand bezüglichen Arbeit von ILVESSALO zu gedenken, in der er, in Anlehnung an die oben referierten Untersuchungen PALMGRENS, das bei der Probeflächenuntersuchung gesammelte Material an Vegetationsaufnahmen statistisch verarbeitet. Es ergibt sich dabei zunächst als allgemein gültiger Zug, daß die Anzahl der höheren Pflanzenarten in den verschiedenen Waldtypen von den dürftigeren nach den ergiebigeren hin zunimmt; auch die durchschnittliche Artenanzahl pro Probefläche ergibt charakteristische Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen. Die Untersuchungsergebnisse bezüglich der Häufigkeit und Reichlichkeit der Pflanzenarten werden sowohl in Tabellenform wie auch graphisch in Gestalt von „Konstitutionslinien" dargestellt, welch letztere wiederum für die verschiedenen Waldtypen ganz verschieden ausfallen, und zwar um so steiler und um so höher in ihrer Gesamtheit gelegen, je ergiebiger der Waldtyp ist; die Zahl der auf die höchste Frequenzklasse entfallenden Arten ist gleichfalls entsprechend höher. Auch die Verteilung der Vegetation auf die verschiedenen Höhenschichten zeigt Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen, die vor allem in der graphischen Darstellung sehr deutlich hervortreten; charakteristisch ist z. B. die Abnahme der Sträucher sowie der Gräser und Kräuter und die Zunahme der Flechten in der Richtung gegen die dürftigeren Waldtypen, während Reiser und Moose in den intermediären am reichlichsten sind. Endlich werden vom Verf. auf Grund seines Materials noch einige Fragen beleuchtet, die von allgemeiner Bedeutung für vegetationsstatistische Untersuchungen sind; so wird u. a. der Einfluß der Anzahl der Einzelaufnahmen auf die Zuverlässigkeit der Resultate geprüft, wobei sich ergibt, daß selbst in den artenärmsten Vereinen noch eine relativ große Zahl von Probeflächen untersucht werden muß, und ferner wird gezeigt, daß bei der Bestimmung der Konstitution der Pflanzenvereine die Linienprobefläche vorteilhafter als die Quadratprobefläche ist und daß beide um so größer gewählt werden müssen, je artenreicher der in Frage stehende Pflanzenverein ist.

Einen einigermaßen skeptischen Standpunkt gegenüber der Waldtypenlehre nimmt BRENNER ein, der in seiner Arbeit zunächst die im westlichen Nyland (Süd-Finnland) vorkommenden Pflanzengesellschaften unter Einordnung in ein auf rein pflanzensoziologischen Gesichtspunkten beruhendes System beschreibt, darauf die Abhängigkeit der Vegetationstypen von der geologischen Natur und Feuchtigkeit des Bodens untersucht und zum Schluß die Frage erörtert, inwieweit die Vegetation als Indicator für die Bonität des Bodens angesehen werden darf. BRENNER nähert sich offenbar stark dem Standpunkte der Upsalaer Pflanzensoziologen, wenn er die Möglichkeit betont, daß mehrere Pflanzenvereine dieselben Forderungen an den Standort stellen können und umgekehrt Standorte, an denen ein bestimmter Pflanzenverein herrscht, gegenüber anderen Vegetationstypen nicht gleichwertig zu sein brauchen; er glaubt deshalb, daß die Cajanderschen Waldtypen bei der Bonitierung unter Umständen irreführen vermögen, besonders weil sie nur die Bodenvegetation und nicht ganze Pflanzenvereine zur Grundlage haben, kommt aber immerhin unter Bezugnahme auf die Wälder seines Untersuchungsgebietes zu dem Ergebnis, daß in einer Anzahl von Fällen die Vegetation bei der Beurteilung der Güte des Bodens überaus wertvoll ist. Wenn nun auch die gegenseitige Zuordnung von Standortsqualität und Vegetationstyp nicht unter allen Umständen eine eindeutige sein mag, so wird doch der Fall kaum vorkommen, daß an zwei gleichartigen Standorten zwei sozusagen wesensfremde, biologisch tiefgreifend verschiedene Pflanzenvereine zur Ausbildung gelangen; auch ist zu berücksichtigen, daß, wie schon oben betont, die Cajanderschen Waldtypen nicht bloß die Bodengüte, son-

dern den Gesamtkomplex der Standortsfaktoren, unter denen die Bodenbeschaffenheit doch nur einer von vielen ist, in ihrem biologischen Wert zu charakterisieren bestimmt sind, und daß die Ergebnisse der meisten bisher in Finnland ausgeführten Untersuchungen offensichtlich zugunsten der Waldtypenlehre ausgefallen sind.

Von zunächst zu praktischen Zwecken unternommenen Untersuchungen geht auch die Arbeit von BACKMANN aus, die aber auch zur wissenschaftlichen Kenntnis der Moore wichtige Beiträge liefert. Von der bedeutenden Flächenausdehnung der Moore in seinem Untersuchungsgebiet, die im Mittel 50% der Landfläche — steigend von 41,9% bei 8—50 m Meereshöhe bis zu 55% bei über 100 m Meereshöhe — beträgt, geben die von ihm mitgeteilten Vermessungsergebnisse ebenso ein eindrucksvolles Bild wie von der Mächtigkeit der Moore, deren Maximaltiefe im allgemeinen mit der Meereshöhe zunimmt. Wichtig sind ferner vor allem die eingehenden Untersuchungen über das Höhenwachstum der Moore, denen zufolge die österbottnischen Moore in den letzten 100 Jahren einen Höhenzuwachs von höchstens 35—60 cm erfahren haben und zur Bildung eines Moores von 50 cm Tiefe wenigstens 40—60 Jahre, recht oft über 100 oder selbst 200 Jahre erforderlich gewesen sind, und die aus Nivellements, Peilungen und Untersuchung von Bohrproben abgeleiteten Ergebnisse über die Entstehung der Moore, welche zu der Feststellung führen, daß höchstens 5% der Moorflächen durch Zuwachsung von ehemaligen Seen entstanden sind, die weitaus überwiegende Mehrzahl dagegen auf Versumpfung von Waldboden zurückzuführen ist.

Fragen der floristischen bzw. florenentwicklungsgeschichtlichen Pflanzengeographie behandelt CAJANDER in seinem Aufsatz über die Einwanderungswege der Pflanzenarten nach Finnland. Er unterscheidet zunächst zwischen Arten, die wie die Kiefer, Fichte, Birke u. a. nach der Eiszeit in mehr oder weniger breiter Front eingewandert sind und bei denen man daher nur von Einwanderungsrichtungen, nicht von speziellen Einwanderungswegen sprechen kann, und solchen Arten, die infolge ihrer Standortsansprüche an jene Straßen gebunden waren, an denen ihnen günstige Standorte zur Verfügung standen. Von letzteren werden zwei Gruppen ausführlicher behandelt, die Pflanzenarten der Überschwemmungsgebiete, die von den Inundationsgebieten der nordrussischen Flußtäler aus in diejenigen Finnlands eingewandert sind und hier in der Anordnung und Verteilung ihrer Standorte die von ihnen verfolgten Einwanderungswege noch deutlich erkennen lassen, und die Hainwaldpflanzen. Letztere, die recht anspruchsvoll und teilweise in wärmerer Klimalage zu Hause sind, sind teils von Mittelschweden her über die Ålandsinseln, teils von Südosten her eingewandert. Die südwestlichen Einwanderer verbreiteten sich fächerförmig über das Schärengebiet und die angrenzende Küste, während die südöstlichen über die Karelische Landenge kamen. Auch die Wege, auf denen diese Pflanzen in die im Landesinnern auftretenden Hainwaldzentren gelangt sind, lassen sich noch verfolgen. Nicht wenige Arten haben Finnland auch auf beiden Wegen erreicht; außerdem gibt es auch einige ausgesprochen östliche Einwanderer. Die Zeit der Einwanderung war für verschiedene Arten dieser ökologischen Gruppe eine verschiedene; manche scheinen sehr früh gekommen zu sein, während die Einwanderung über die Ålandsinseln nach PALMGREN in der Hauptsache erst nach dem Maximum der Litorinasenkung vonstatten gegangen sein dürfte.

Von pflanzengeographischen Gesichtspunkten bestimmt ist auch die Arbeit CAJANDERS über die Entstehung der Arten. Er behandelt hier vornehmlich die geographischen, vikariierenden Arten bzw. Rassen sowie die auf verschiedenem Substrat füreinander vikariierenden Sippen; als erläuternde Beispiele werden in erster Linie die Holzgewächse herangezogen, während für die Krautgewächse besonders auf des Verf. frühere Untersuchungen im Lenagebiet Bezug genommen wird. Vom Standpunkte der neueren Vererbungslehre aus lehnt CAJANDER eine Deutung dieser Erscheinungen im neolamarckistischen Sinne ab; er sucht die Erklärung in einer fortschreitenden Differenzierung der Artpopulationen, welche in der Weise vor sich gegangen ist, daß von den zahlreichen Biotypen, aus denen sich die in der Natur spontan vorkommenden Arten zusammensetzen, in klimatisch verschiedenen Gebieten bald die einen, bald die anderen zugrunde gingen, so daß die Zusammensetzung der Populationen nach verschiedenen Richtungen hin verschoben wurde und insbesondere dann, wenn ein ursprünglich zusammenhängendes, klimatisch allmählich abgestuftes Verbreitungsgebiet durch Änderung des Klimas zersprengt wurde, die Übergänge zwischen den Typen der Population verschwinden und systematisch schärfer gesonderte Formengruppen entstehen mußten[1]). Freilich muß hierbei, wie auch Verf. betont, neben der Neukombination durch Bastardierung auch ein Neuentstehen von Genen angenommen werden, ein Punkt, über den auch die experimentelle Vererbungslehre bisher nur wenig Klarheit zu verbreiten vermocht hat.

Mit den vorher erwähnten Arbeiten CAJANDERS berührt sich in vielen Punkten die Untersuchung von LUKKALA, in der zunächst das Auftreten und die Verbreitung der anspruchsvollen, auf fruchtbarem Boden am besten gedeihenden oder einen solchen wenigstens in gewissem Maße fordernden Pflanzenarten als Kennzeichen des fruchtbaren Bodens benutzt und gezeigt wird, wie diese sich in den „Hainwaldzentren" am stärksten häufen.

[1]) Ähnlichen Gedankengängen über die Entstehung genotypisch konstanter Lokalrassen in bezug auf das Dünen- und Strandfelsengebiet im südlichen Schweden begegnen wir auch in 2 Arbeiten von TURESSON (Lund 1922).

Hiermit deckt sich die Verbreitung der zu den zwei besten Typengruppen gehörigen Waldtypen und auch die Verteilung und Zahl der Moore, die in Gebieten mit fruchtbarem Boden ein wesentlich geringeres Areal bedecken, wie auch die Beschaffenheit der seichteren Moore (hohes Bruchwaldprozent in Gegenden mit furchtbarem Boden, dagegen reisermoorartige Wälder in dürftigeren Gegenden) zeigt weitgehende Übereinstimmung. Verf. zeigt dann weiter noch, daß die Siedlungsgeschichte des Landes, die Bevölkerungsdichte, die Verteilung der Staatswaldungen, die hauptsächlich den durch eine unvorteilhafte Lage und dürftige Beschaffenheit ausgezeichneten Landesteilen angehören, und endlich die landwirtschaftlichen Verhältnisse zu demselben Resultat führen, als wenn man die Flora und Vegetation zum Ausgangspunkt wählt.

Endlich sei noch zweier Arbeiten von LINKOLA gedacht. Die eine derselben enthält die Aufzeichnungen über die Vegetation und die speziellen floristischen Nachweisungen zu einer Untersuchung über den Einfluß der Kultur auf die Flora, deren allgemeiner Teil bereits im Jahre 1916 erschien. Die vielen interessanten Einzelheiten entziehen sich leider der Wiedergabe im Rahmen dieses Referates, doch sei wenigstens hervorgehoben, daß die Zugänglichmachung des umfangreichen pflanzengeographischen Aufnahmematerials außerordentlich dankenswert ist. Die andere Arbeit ist ökologischen Inhalts und bezieht sich auf die Überwinterungsverhältnisse gewisser Pflanzenarten in Finnland, wobei Verf. sich, abgesehen von der praktischen Bedeutung, vor allem deshalb auf die Unkraut- und Ruderalpflanzen beschränkt, weil von diesen besonders viele den Winter über grün bleiben und an ihren Standorten verhältnismäßig ungeschützt sind, demgemäß bei ihnen Spuren von der Strenge des Winters am ehesten zu erwarten waren. Die Untersuchungen bezogen sich im ganzen auf 133 Pflanzenarten, die nach der Verschiedenheit zwischen ihrer winterlichen Tracht und Gestalt und der gewöhnlichen Sommerform auf folgende Gruppen verteilt werden: Samenüberwinterer, Knospenüberwinterer (entweder mit in der Erde geborgenen Erdknospen und mit nahe dem Boden überwinternden Erdschürfeknospen), Rassenüberwinterer, Kriechsproßüberwinterer und in Sommertracht überwinternde Pflanzen; manche Arten kehren in mehreren dieser ökologischen Gruppen wieder. Im Winter blühend wurden in der Gegend von Helsingfors 26 Pflanzenarten beobachtet; wenigstens einige von den Herbst- und Vorwinterblüten und großen Blumenknospen vermögen nach den Beobachtungen des Verf. im unbeschädigten Zustand den Winter zu überdauern. Verschieden weit entwickelte Individuen und Sproßteile zeigen eine verschiedene Überwinterungsfähigkeit, am schärfsten ausgeprägt ist der Unterschied zwischen floralen und vegetativen Stadien, und zwar zugunsten der letzteren; eine Anzahl von Arten vermögen auch im Keimpflanzenstudium zu überwintern, junge Sproßteile sind meist resistenter als ältere; ein bemerkenswertes Verhalten zeigt der Löwenzahn, von dem überwinternde Jugendstadien, die noch nicht geblüht haben, in einer viel mehr sommerlichen Form überdauern als ältere Individuen. Weitere Beobachtungen des Verf. betreffen Unterschiede zwischen den sommer- und winterannuellen Individuen derselben Pflanzenart und Übergänge zwischen Hapaxanthen und Pollakanthen. Bei der Betrachtung der Unterschiede in der Überwinterungsfähigkeit während verschiedener Winter wird gezeigt, daß die verschiedene Dauer der einzelnen Winter den stärksten Einfluß ausübt, dem gegenüber die Tiefe der Temperatur, die kurz vor dem Winter herrschenden Witterungsverhältnisse, die Windverhältnisse und auch die Schneedecke an Bedeutung zurücktreten. Endlich kommt Verf. noch zu dem Ergebnis, daß die Gewächse im allgemeinen keine Schutzvorrichtung gegen die Kälte besitzen, daß auch ein Schutz gegen Austrocknung nur dadurch bewirkt wird, daß die überwinternden Sproßbildungen sich möglichst nahe der Erdoberfläche befinden, daß aber diesem Umstand wie auch dem von der Schneedecke gewährten Schutz weniger Bedeutung zukommt als der eigenen inneren Widerstandskraft der betreffenden Gewächse gegen die Kälte und Trockenheit des Winters.

Literatur.

BACKMANN, A. L., Torfmarksundersögningar i mellersta Österbotten. Acta Forestalia Fennica **12**, 1 (1920), 190 S. mit 3 Tafeln, 1 Karte u. dtsch. Res.

BRENNER, W., Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhallande till markbeskaffenheten. Geolog. Komm. i Finland Geotekniska Medel. Nr. 32 (1921). 135 S.

CAJANDER, A. K., I. Ein pflanzengeographisches Arbeitsprogramm. — Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica **49**, Nr. 4, 1921. 28 S.

Derselbe, II. Zur Kenntnis der Einwanderungswege der Pflanzenarten nach Finnland. Acta Forestalia Fennica **21**, 1921. 16 S.

Derselbe, III. Einige Reflexionen über die Entstehung der Arten, insbesondere innerhalb der Gruppe der Holzgewächse. Ebenda, 12 S.

CAJANDER, A. K. und ILVESSALO, G., Über Waldtypen II. Acta Forestalia Fennica **20**, 1921. 77 S.

ILVESSALO, G., Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Ebenda 1922. 73 S.

LINKOLA, K., I. Studien über den Einfluß der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladoga-See. II. Spezieller Teil. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica **45**, Nr. 2, 1921. 490 S.

Derselbe, II. Zur Kenntnis der Überwinterung der Unkräuter und Ruderalpflanzen in der Gegend von Helsingfors. Annal. Soc. zoolog-bot. Fennicae I, Nr. 7, 1922. S. 91—228.

LUKKALA, O. J., Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals, hauptsächlich in den Landschaften Savo und Karjala. Acta Forestalia Fennica **9**, 1921. 222 S. mit 17 Karten und zwei Tafeln.

Palmgren, A., I. Die Entfernung als pflanzengeographischer Faktor. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica **49**, 1921. 113 S. mit 1 Karte.
Derselbe, II. Über Artenzahl und Areal sowie über die Konstitution der Vegetation. Acta Forestalia Fennica **22**, 1922. VII und 136 S. mit 2 Tafeln, 8 Tabellen und 2 Karten.
Derselbe, III. Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Ebenda. 114 S. mit 1 Karte.

Besprechungen.

Lebenskunde. Gemeinverständliche Abhandlungen aus dem Gebiete der Wissenschaft vom Leben. Herausgegeben von W. Stempell. Leipzig: E. A. Seemann 1923.

Band 5. Ernst Matthes, *Schutz- und Stützorgane der wirbellosen Tiere.* 100 S. und 91 Fig. Preis 1,25 Goldmark. Verfasser gibt mehr, als der Titel verspricht, einen kurzen Abriß der Morphologie der wirbellosen Tiere unter besonderer Berücksichtigung der Skelettbildungen. Ebensowenig wie die morphologische Scheidung in Endo- und Exoskelette durchführbar ist, kann man auch physiologisch die Schutz- und Stützfunktion im Einzelfalle nicht scharf voneinander absondern. Es werden nun die Schutz- und Stützsubstanzen in allen wirbellosen Tierkreisen nacheinander abgehandelt; die Wirbeltiere sollen in einem weiteren Bändchen desselben Verfassers folgen. Besonders willkommen sind zahlreiche schöne neue Mikrophotogramme und eine Reihe sehr instruktiver schematischer Zeichnungen. Die Darstellung ist gemeinverständlich im besten Sinne; so ist dem Büchlein Verbreitung in weitesten Kreisen zu wünschen. Es wird dem Studenten, dem Mittelschullehrer und dem gebildeten Laien gleichausgezeichnete Dienste leisten und viel Anregung bieten.

Band 6. Hermann Giersberg, *Physik und Chemie der Zelle.* Preis 1 Goldmark. Der Verf. hat seine durchaus neuartige Aufgabe, eine kurzgefaßte und doch lesbare Physik *und* Chemie der Zelle zu schreiben, auf das beste gelöst. Besonders im ersten der beiden gleichlangen Hauptteile (Physik und physikalische Chemie der Zelle) spürt man die sichere Beherrschung des spröden Stoffes, wie sie nur aus eigener produktiver Arbeit auf dem behandelten Gebiete entspringt. Ausgehend von einer kurzgefaßten Darstellung des kolloiden Zustandes wird gezeigt, daß das Plasma infolge seines Reichtums an Kolloiden abwechselnd im Sinne der Altmannschen Granulalehre, der Flemmingschen Filarhypothese und der Bütschli-Rhumblerschen Wabentheorie strukturiert sein und dann wieder rein flüssig auftreten kann; wir erfahren ferner, wie allein der Kolloidreichtum Formbeständigkeit und chemische Aktivität miteinander zu vereinigen gestattet und welche Erscheinungen des Zellebens andererseits auf die krystalloiden Plasmabestandteile zurückzuführen sind. — Auch der zweite Hauptteil (Chemie der Zelle) bietet eine Fülle von Anregungen. Das rein Chemische wird in sehr klarer, obwohl zusammengedrängter Form dargestellt, und auch die wichtigsten Punkte aus der Physiologie des Stoffwechsels sind behandelt. Tierische und pflanzliche Verhältnisse werden etwa gleich ausführlich berücksichtigt. Die Darstellung ist äußerst knapp und erfordert gewisse Vorkenntnisse zu wirklichem Verständnis. Dennoch ist das Heft vorzüglich geeignet, auch dem Fernerstehenden ein klares und wohlumrissenes Bild des heutigen Forschungsstandes auf diesem grundlegenden Gebiete der vergleichenden Physiologie zu geben. Dem einigermaßen Eingeweihten aber fügen sich die nur scheinbar ohne Zusammenhang nebeneinanderstehenden Tatsachen des physikalischen und des chemischen Teiles zu einer höheren Einheit zusammen.

O. Koehler, München.

Erdmann, Rhoda, **Praktikum der Gewebepflege oder Explantation, besonders der Gewebezüchtung.** Berlin: Julius Springer 1922. VIII, 118 S. und 101 Abbild. Preis 9 Goldmark.

Nach Begründung und Entwicklung einer ausreichenden Methodik durch Harrison, Carrel und ihre Mitarbeiter hat sich die „Gewebepflege" oder „Explantation" in den letzten zwei Dezennien als selbständiger Zweig der Entwicklungsmechanik entwickelt. Wie diese steht sie im Dienste der Aufgabe, die Kausalität der Formbildung der lebenden Masse zu erforschen. Sie sucht im besonderen die Eigentümlichkeiten des Lebensgeschehens kleinster isolierter Teile sich entwickelnder oder ausgebildeter tierischer Organismen festzustellen. Die Lebenserscheinungen (Erhaltungsfunktionen) und die Umbau-, Abbau- und Aufbaufähigkeit (Gestaltungsfunktionen) isolierter Gewebe und Organteile werden mit Hilfe dieser Methode untersucht, und es wird die Einwirkung des Milieus studiert, das unter den besonderen Verhältnissen des Explantates in mannigfaltigster Weise modifiziert werden kann. Schon Oppel hat ferner seinerzeit darauf hingewiesen, daß wir evtl. in dieser Methode einen Weg vor uns haben, alle Isolations- und Mediumreize so weit auszuschalten, daß wir im Explantat „typisches Gestaltungsgeschehen" im Sinne Rouxs (d. h. nur durch Determinationsfaktoren in Zellen selbst bedingtes Geschehen) beobachten können. Von diesem Ziele sind wir allerdings weit entfernt.

Abgesehen von kürzeren Zusammenfassungen von Carrel und Braus im Abderhaldenschen Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden sind alle Einzelheiten der schwierigen Methodik und die Fortschritte, die im Laufe der Jahre errungen wurden, in zahlreichen und namentlich ausländischen Spezialarbeiten verstreut und zum Teil schwer zugänglich. Alle, die sich mit der Methodik der Explantation befassen, sind daher der Verfasserin zu großem Dank für ihr „Praktikum der Gewebspflege" verpflichtet.

Didaktisch außerordentlich geschickt vom Einfachen zum Schwierigen fortschreitend und sachlich erschöpfend gibt Erdmann in ihrem Buche in guter, breiter Form alles, was man erproben und wissen muß, um sich mit Erfolg in diese Methodik zur Lösung von Spezialfragen einzuarbeiten.

Nach Beschreibung der Apparatur und der Wege, die Kulturmedien zu gewinnen und die Gewebe auszupflanzen, gibt Erdmann in vier großen Abschnitten eine erschöpfende Übersicht über Veränderungen der Zellformen und die Lebensäußerungen der Zellen und Gewebe in verschiedenen Medien, ferner über die zu beobachtenden Äußerungen echten Wachstums sowie progressiver und regressiver Vorgänge an den Explantaten. Der fünfte Abschnitt ihrer Monographie ist dann der „Nutzbarmachung der Methode der Gewebezüchtung zur Lösung noch strittiger Fragen" gewidmet. Die Ausstattung des bei Springer erschienenen Buches ist sehr gut. Über hundert eigene und aus Spezialarbeiten übernommene Figuren erleichtern das Verständnis des Textes.

Es ist selbstverständlich, daß ein Buch, das wie dieses die Methode eines noch so im Werden begriffenen Arbeitsgebietes betrifft, eine starke persönliche Note trägt. So gehen auch, was die bisher ermittelten Befunde anlangt, die Anschauungen der einzelnen Autoren zum Teil zur Zeit noch stark auseinander. Wie die Ansichten ERDMANNS sich in dieser Hinsicht zum Teil von den gebräuchlichen unterscheiden, darauf hat VOGT in seiner Besprechung in der klinischen Wochenschrift schon hingewiesen.

Insgesamt kann ERDMANNS Buch jedem Biologen warm empfohlen werden. Vielleicht darf ich gleichzeitig hinweisen auf die Zusammenfassungen derselben Autorin in den „Ergebnissen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte", die eine gute Ergänzung der im „Praktikum" mitgeteilten, mit der Methodik erreichten Ergebnisse darstellen.

Einige kleine Wünsche finden vielleicht bei einer eventuellen Neuauflage Berücksichtigung. So vermißt man im technischen Teil die Aufführung der Glimmerplatten, die alkalifrei sind und darum an Stelle der Deckgläschen benutzt werden, wenn es sich darum handelt, Kulturen lange Zeit fortzuzüchten. Auch die praktischen Carrelschen Kanülen für die Blutentnahme aus Gefäßen bei Hühnern und kleinen Säugern wären der Beschreibung wert. Die Berücksichtigung des Gaswechsels der Kulturen wäre ebenfalls sehr zu begrüßen. Von FISCHER mit den Kroghschen Methoden nachgewiesen, tritt seine Bedeutung schon in verschiedenem Wachstum gleichartiger Kulturen in der Tiefe und an der Oberfläche gleichartiger Medien hervor. Verfasserin streift bislang diese Frage nur sehr kurz.

WERNER SCHULZE, Würzburg.

HÖBER, RUDOLF, **Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe.** Fünfte, neu bearbeitete Auflage. I. Hälfte. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1922. XV, 544 S. und 81 Abbildungen. Preis 20 Goldmark.

Die neue Auflage von HÖBERS Lehrbuch wird von allen denen freudig begrüßt werden, welche die physikalische Chemie als zum unentbehrlichen Rüstzeug der modernen Medizin gehörend betrachten. Dies um so mehr, als HÖBER selbst durch seine Forschungen einen erheblichen Anteil an der Verkettung zwischen Physiologie und physikalischer Chemie besitzt. In allen Abschnitten des Buches merkt man den kundigen Verfasser, der aus eigener Erfahrung den Gegenstand beherrscht.

Gemäß der Vergrößerung des Gegenstandes hat auch das Buch in seiner 5. Auflage eine wesentliche Erweiterung erfahren. Eine sehr genaue Durcharbeitung ist den ersten sechs Kapiteln des Buches gewidmet worden, in welchen die reine physikalische Chemie zu Worte kommt. Als ein einziges Beispiel, wie lichtvoll HÖBER neue Lehren darzustellen weiß, sei nur seine Schilderung der Donnangleichgewichte genannt. Auch der erste Abschnitt, welcher sich mit den physiologischen Problemen befaßt und die osmotischen Eigenschaften und die Permeabilität der Zellen und Gewebe behandelt, weist eine ganze Reihe von neuen Gegenständen auf, so z. B. die einschlägigen Untersuchungen von H. STRAUB und KL. MEYER, sowie eine sorgfältige Durcharbeitung älteren Materiales im Lichte der neueren Erfahrungen. Es ist zu hoffen, daß der zweite und Schlußteil des beliebten Buches bald vorliegen wird.

LEON ASHER, Bern.

HOFFMANN, PAUL, **Untersuchungen über die Eigenreflexe (Sehnenreflexe) menschlicher Muskeln.** Berlin: Julius Springer 1922. 106 S. und 38 Abbild. Preis 2,80 Goldmark.

Die kleine Monographie über Eigenreflexe (bisher Sehnenreflexe genannt) stellt eine vortreffliche Studie über ein von dem Autor recht eigentlich neu geschaffenes Gebiet dar. In den Eigenreflexen handelt es sich um einen eigenen Apparat der einzelnen synergisch wirkenden Muskelgruppen. Jeder Muskel hat *seinen* Eigenreflex. Er ist nur von den sensiblen Endorganen dieses Muskels aus auslösbar. Er führt nur von einem Muskel aus über das Rückenmark wieder zu diesem Muskel zurück. Er bleibt vollkommen lokalisiert. Es ist ein Apparat, der dazu dient, die Muskelfunktion den gegebenen Verhältnissen anzupassen. Die Eigenreflexe stehen in Zusammenhang mit dem durch seine hohe Unterschiedsempfindlichkeit ausgezeichneten Kraftsinn, der durch ganz geringe Spannungsveränderungen geweckt wird.

Der Autor untersucht mit sinnreichen elektrophysiologischen und mechanischen Methoden die physiologischen Eigenkräfte der Eigenreflexe auf das gründlichste und eröffnet weite Ausblicke auf die pathologischen Verhältnisse. Jeder Leser von HOFFMANNS Buch wird die Überzeugung gewinnen, daß seine Forschungen wirklich originell und einen höchst beachtenswerten Fortschritt in der Erkenntnis der Rückenmarksreflexe bedeuten.

LEON ASHER, Berlin.

HOLMES, S. J., **Studies in Evolution and Eugenics.** New York: Harcourt, Brace and Co. 1923.

In diesem Band hat der geistreiche und vielseitige kalifornische Gelehrte eine Reihe in verschiedenen Monatsschriften erschienener Aufsätze über Eugenik vereinigt, die, obwohl an ein größeres Publikum gerichtet, auch für den Fachmann sehr lesenswert sind. Sie vereinigen in glücklicher Weise Beherrschung des Gegenstandes, fesselnden Stil und den trotz aller Vorsicht so frischen Optimismus, wie er in Amerika zu Hause ist. Als Biologe von Fach schießt HOLMES niemals in der Bewertung praktisch eugenischer Möglichkeiten über das Ziel hinaus, als Eugeniker aber sucht er ernstlich nach Möglichkeiten, die biologischen Erkenntnisse in die Tat umzusetzen. Von den 16 Aufsätzen gibt der erste eine klare Einführung in unsere gegenwärtigen Vorstellungen von Vererbung und Artbildung; mehrere befassen sich mit der Bedeutung positiver und negativer Zuchtwahl für den Menschen (II. Jenseits der natürlichen Zuchtwahl, VII. Ist die Kindersterblichkeit selektiver Natur?, VIII. Hat die Zivilisation die Schärfe der natürlichen Zuchtwahl vermindert?, IX. Geschlechtliche Zuchtwahl: ihre gegenwärtigen Fehler und zukünftigen Möglichkeiten). Weitere behandeln eugenische Themen, die spezielle Bedeutung für Amerika haben (XIV. Einwanderung und der Amerikaner der Zukunft, XV. Die biologischen Wirkungen der Rassenmischung, XVI. Das biologische Schicksal des Negers). Diese Kapitel scheinen dem Ref. besonders wertvoll. Eine weitere Gruppe betrifft Fragen der eugenischen Fortpflanzung (III. Panmixie und Degeneration, X. Sind Kinder aus frühen Ehen minderwertig?, XI. Ist Einschränkung der Kinderzahl eugenisch nützlich oder schädlich?, XII. Setzt Einschränkung der Kinderzahl die Fruchtbarkeit herab?). Endlich einige allgemein eugenische Themen (IV. Die Verschlechterung unseres Erbguts, V. Soziale Besserung und eugenischer Fortschritt, VI. Vererbung geistiger Eigenschaften, XIII. Falsche Anschauungen über Eugenik). Alles in allem ein sehr vernünftiges, gemäßigtes und wissenschaftlich einwandfreies Buch, was auf diesem heiklen Gebiet sicher eine Seltenheit ist.

R. GOLDSCHMIDT, Berlin-Dahlem.

HENTSCHEL, E., **Grundzüge der Hydrobiologie.** Jena: Gustav Fischer 1923. VI, 221 S. und 100 Abbildungen im Text. 16×24 cm. Preis 5.50 Goldmark.

Der Leiter der Hydrobiologischen Abteilung des

Zoologischen Staatsinstituts und Privatdozent an der Universität Hamburg, Prof. Dr. E. HENTSCHEL, hat den Versuch gemacht, in dem vorliegenden Buche zum erstenmal die Hauptergebnisse der marinen und limnischen Hydrobiologie zusammenzufassen.

Nach einer kurzen Einleitung, in der Hydrobiologie als „die Wissenschaft von den gesamten Beziehungen der Organismen zum umgebenden Wasser oder zum Wasser als Medium" definiert sowie ein Überblick über die Geschichte dieser Wissenschaft gegeben wird, behandelt er die Haupttatsachen der Hydrobiologie in drei Abschnitten.

Der erste schildert *„das Einzelleben im Wasser"*. Zuerst werden die — nicht erblichen — Wirkungen der Wasserbeschaffenheit auf die Individuen geschildert (z. B. umformender Einfluß erhöhten Salzgehaltes, starker Wasserbewegung; Cyclomorphosen bei Planktern u. dgl.), dann die — erblichen — Wirkungen der Wasserbeschaffenheit auf die Arten (Formanpassung bei den Organen der Atmung, der Lokalisation, der Ernährung und Wahrnehmung im Wasser, Schutz gegen Gefahren; Fortpflanzung und Entwicklung im Wasser). Es folgt eine Übersicht der Organismengruppen des Wassers mit „hydrobiologischer Kennzeichnung."

Der zweite Abschnitt ist dem *„Gemeinschaftsleben im Wasser"* gewidmet. Er fixiert zuerst den Begriff „Lebensgemeinschaft", bespricht dann die „Standortsbedingungen" im Wasser (Gelöste Stoffe, Bewegung des Wassers, Wärme, Licht, Schwebe- und Triebstoffe) und behandelt schließlich „die vitale Vereinigung der Organismen" (durch Fortpflanzungsbedingungen, Beziehungen auf Grund des Stoffkreislaufes und sonstige Beziehungen). Nach einigen Worten über den Einfluß der Lebensgemeinschaften auf das Wasser beschließt eine Übersicht der Lebensgemeinschaften des Wassers diesen Teil.

Der dritte Abschnitt behandelt *„das Gesamtleben im Wasser"* in drei Kapiteln: Die Erfüllung des Wassers mit Lebewesen (Verteilung der Individuen einer Art, Verteilung der Arten, Verteilung der Lebensgemeinschaften); die Bevölkerung der verschiedenen Gewässerarten (Meer und Binnengewässer); Geographische Verbreitung der Lebewesen des Wassers (Meer 12 Seiten, Süßwasser $3^1/_2$ Seiten). Ein kurzes Literaturverzeichnis und ein Sachregister bilden den Schluß des Buches.

Es ist hier nicht der Ort, Anordnung und Inhalt des Werkes im einzelnen einer Besprechung zu unterziehen; das wird in einer hydrobiologischen Fachzeitschrift geschehen. Aber einige allgemeine kritische Bemerkungen müssen der kurzen Inhaltsangabe hier doch beigefügt werden. Zumal da es sich um den ersten Versuch einer kurzen Zusammenfassung des Gesamtgebietes der Hydrobiologie handelt. Da erwartet man selbstverständlich völliges Beherrschen des Gebietes auf Grund der gesamten modernen Literatur, gründliches Durcharbeiten der Tatsachen und Herausarbeiten der Probleme, und schärfste Gliederung des Ganzen sowie klare Darstellung der Tatsachen und Folgerungen. Leider aber enttäuscht das Werk hier in vieler Beziehung.

Eine ganze Anzahl origineller Gedanken und Einzelstellen sind zweifellos vorhanden, so daß das Buch in mancher Beziehung anregend wirken wird; aber das *Gesamtgebiet* der Hydrobiologie ist nicht dargestellt; vor allem gilt das für die die Binnengewässer betreffenden Teile; hier ist die neuere Literatur nicht vollständig verarbeitet. Die Probleme, mit denen sich die moderne Hydrobiologie befaßt, sind nicht scharf genug herausgeschält. Vieles fehlt, was in das Buch zweifellos gehört hätte; manches Gebrachte hätte vielleicht fehlen können. Auch die Gliederung des Ganzen ist in dieser Form nicht ganz glücklich, da diese für eine Anzahl Dinge, die allgemein zur Hydrobiologie gerechnet werden, einfach keine Stelle läßt. Und manche Tatsachen sind unklar und schief, einige sogar unrichtig dargestellt. Für ein Werk, das sich an weitere naturwissenschaftlich interessierte Kreise der Gebildeten wendet, ist die Darstellung z. T. zu hoch, für die Studierenden aber, für die das Buch vorzugsweise gedacht ist, vielfach zu wenig streng wissenschaftlich und zu lückenhaft.

So wird das Buch dem heutigen Stande der hydrobiologischen Wissenschaft nicht voll gerecht und muß bei einer Neuauflage gründlich ergänzt, umgearbeitet und durchgearbeitet werden. Ich werde gelegentlich an anderer Stelle auf die Einzelheiten hinweisen, die mir der Ergänzung oder Veränderung und Verbesserung bedürftig erscheinen. Meine Kritik mag vielleicht dem unserer Wissenschaft Fernerstehenden etwas zu scharf sein; indessen ich glaube, die erste Zusammenfassung auf dem Gebiete einer relativ jungen, aber zur Zeit mächtig aufblühenden Wissenschaft sollte gerade unter den gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnissen, die die Herausgabe neuer wissenschaftlicher Werke so sehr erschweren, gleich von vornherein allen Ansprüchen, die man an eine solche Zusammenfassung stellen kann und muß, voll gerecht werden.

A. THIENEMANN, Plön.

KRETSCHMER, ERNST, **Über Hysterie.** Leipzig: Georg Thieme 1923. VI, 115 S. 13×20 cm. Preis 2,25 Goldmark.

Die Literatur über das Hysterieproblem ist groß. Material und Gesichtspunkte sind reichlich zusammengetragen worden. Dennoch ist heute noch kein consensus omnium über die Abgrenzung und die Erfüllung des Hysteriebegriffs erreicht. Wenn KRETSCHMER, dem die Literatur schon mancherlei originale Einfälle dankt, zu ihm das Wort ergreift, so erwartet man, daß er dem Problem eine neue Seite abgewinnt. Das ist in der Tat der Fall. Er ordnet eine Anzahl hysterischer Erscheinungen unter den Gesichtspunkt des *Rückschlags in primitive Mechanismen*. Ähnlich wie gewisse Reflexeinrichtungen des jungen Kindes später durch „höhere" Mechanismen verdeckt oder ersetzt werden, so ruhen auch in jedem Menschen phylogenetisch primitive Funktionsverbände (auch anatomisch unterbaut), die unter besonderen Umständen plötzlich wieder ans Licht kommen. In doppelter Weise ist dies für die Hysterie charakteristisch. 1. Unter dem Zweckwillen steht der (phylogenetisch frühere) hypoboulische Willen, er entspricht einem persistierenden Organ. Dieser Ausdruck „hypoboulisch", der sonst in der Bedeutung eines abgeschwächten Willensantriebes schon verwendet wurde, leitet leicht irre. KRETSCHMER versteht unter „hypo", das „darunter" im Sinne einer Schichtung. Durch irgendeine seelische Erschütterung wird die „obere" Zweckwillenssphäre insuffizient, und die Hypoboulik tritt in Kraft (z. B. in Gestalt eines wilden Um-sich-Schlagens). Es gibt im Willen also sozusagen drei Schichten: die Zweckinstanz, die Hypoboulik, den Reflexapparat; jede stellt einen Wirkungsbogen nach Analogie des Spinalreflexbogens dar. 2. Diese primitive Willensform entlädt sich nun gern in zwei wiederum primitiven Mechanismen: dem Bewegungssturm und dem Totstellreflex (mit Unter- und Zwischenformen). Ersterer zeigt sich z. B. beim unruhigen Flattern eines plötzlich eingesperrten Vogels, — beim Infusor, das einer heißen Strömung zu nahe

kommt. Es ist eine instinktmäßige Abwehr auf störende Außenreize und hat eine relative biologische Zweckmäßigkeit, wenngleich die einzelnen Bewegungen ziellos sind. Dieser Überproduktion motorischer Impulse entspricht beim Menschen das Zornstrampeln oder Wutschreien des Kindes, die übermäßige sinnlose motorische Erregung bei der Panik und eben der hysterische Anfall. Das Landmädchen, das in die Großstadt verpflanzt wird und dort hysterische Symptome bekommt, erinnert an das schwimmende Infusor, das auf die Annäherung an eine lebensungünstige Zone mit Bewegungsstürmen reagiert. Eine panikergriffene Volksmenge benimmt sich „genau so" wie ein eingesperrter Vogel. Eine solche hysterische Reaktion verhält sich zur menschlichen Normalreaktion wie der Instinkt zum Intellekt. Sie ist blind, stark und zielstrebig wie der Instinkt. Ähnlich steht es mit dem Totstellreflex. Wir sind berechtigt, diese tierischen Zustände mit der menschlichen Hypnose und den hysterischen Stuporen und Dämmerzuständen unter physiologischen Gesichtspunkten „im wesentlichen a[1]s identisch" zu betrachten. — Dies ist der Hauptgedanke des Kretschmerschen Buches. Um ihn anschaulich werden zu lassen, analysiert der Verf. vor allem die positiven, die motorischen Symptome der Hysterie. Die negativen treten in der Schilderung stark zurück. Was er über die Rolle des Infantilismus und sonstiger Verkümmerungen, über Gewöhnung und Automatismen sagt, erscheint nicht wesentlich anders gefaßt als gewöhnlich. Feiner und eindringlicher als sonst ist die Analyse jener Kriegshysterien ausgefallen, bei denen auf eine erste Schreckreaktion (z. B. Zittern) eine subliminal willkürliche Verstärkung dieses Zitterns erfolgt, die dann nicht selten zu „einer Art Krankheit" und endlich einem hysterischen Gewohnheitsrest führt. Dieser Teil des Buches erscheint am besonnensten, am ruhigsten durchdacht. Im übrigen steht die Diktion in einem wahren Bewegungssturm. Man darf nicht scharf zufassen und forschen, wie KRETSCHMER seine Hauptbegriffe verwendet. Ihre Bedeutung wechselt beständig. Sein Reflexbegriff ist außerordentlich schillernd („halbreflektorischer Daueraffekt"!), sein Instinktbegriff unterscheidet sich sehr erheblich von dem der sonstigen Wissenschaft, sein Willensbegriff ist mir trotz sorgfältigster Vergleichung der einzelnen Anwendungen nicht klar geworden (der Wille „befindet sich noch im Tetanus"!). Gegenüberstellungen wie „instinktiv und rational" waren in der sonstigen wissenschaftlichen Psychologie zum Glück schon geraume Zeit überwunden worden. Zahlreiche Bilder und Vergleiche (Bilder des Doppelgängers, des Zureitens eines Pferdes) helfen aus logisch schwierigen Situationen. Aber gerade diese manchmal fast wie Improvisationen anmutende Schreibart mit ihrem rapiden Tempo wird manchem Leser Freude bereiten, sie ist völlig unakademisch, frisch, einfallsreich, unmittelbar und persönlich. Man würde sicher noch lieber alle kritischen Bedenken für einige Zeit zurückstellen und dem Autor folgen, wenn er seine Sprache etwas sorgfältiger behandelte. Aber so muß man mit in Kauf nehmen, daß KRETSCHMER von einem „Meer fließender Übergänge", einem „Mutterboden von rasch abklingenden Schreckreaktionen", von unlöslichen Übergängen, von charakterologischen Kulturschichten usw. spricht; ja er läßt sogar stehen, daß der hypoboulische Dämon uns eine Affektexplosion entgegenwirbelt, und daß Leute „von der Lärmszene chemotaktisch angelockt, sich recht eigentlich in die Traufe stellen." Gerade so, wie hier die Sprache mit dem Autor durchgeht, so ist es oft auch mit seinen Gedanken. Und diese Proben fanden hier Platz, um das Buch KRETSCHMERS als zu jenem Typus gehörig zu charakterisieren, den man heute gern als „anregend" bezeichnet.

HANS GRUHLE, Heidelberg.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über den Normalzustand der Atome Vanadium, Titan und Scandium.

Auf Grund von Absorptionsversuchen, die wir mit Hilfe des im Einsteinturm aufgestellten Kingschen Ofens in den Dämpfen der obengenannten Metalle bei etwa 2000° angestellt haben, sind wir zu folgenden Resultaten über die dem Normalzustand der betreffenden Atome entsprechenden Terme gekommen:

1. Vanadium. Im Spektrum des Vanadium sind durch die Arbeiten von LAPORTE[1]) und MEGGERS[2]) und CATALÁN[3]) Quartetts und Sextetts sichergestellt worden. Von den bisher analysierten Termen hat die größten Termwerte eine F-Termgruppe des Quartettsystems mit den Aufspaltungen 229,6; 186,0 und 137,5 cm^{-1}. Um etwa 0,26 Volt höher liegt eine d-Termgruppe des Sextettsystems mit den Aufspaltungen 113,4; 91,3; 66,9; 41,0. In Absorption haben wir nun nur solche Linien erhalten, die von diesen beiden Niveaugruppen ausgehen. Daraus ist zu schließen, daß der größte Term der F-Termgruppe, also $F_{5/2}$, dem Normalzustande des V-Atomes entspricht. Vom Standpunkte der Bohrschen Atomtheorie heißt dies, daß das losest gebundene Elektron des Vanadiums in einer azimutal vierquantigen Bahn, also wohl sicher in einer 4_4-Bahn, gebunden wird. Der absolute Wert der Terme und die Ionisierungsspannung lassen sich bisher nicht berechnen, da eine mehrgliedrige Serie, aus der sich die Grenze berechnen ließe, nicht bekannt ist[1]).

2. Titan. Über Gesetzmäßigkeiten im Spektrum des Titan liegt bisher nur eine Arbeit von C. C. KIESS und H. K. KIESS[2]) vor. Die Deutung der von ihnen gefundenen Multipletts als Quintetts und Tripletts ist von A. CATALÁN[3]) gegeben. Wir haben die Multipletts von KIESS und KIESS einer genauen Durchsicht unterzogen, wobei sich herausstellte, daß einige nicht richtig angegeben sind, haben mehrere neue Multipletts analysiert und vor allem durch Aufsuchen von Kombinationsmultipletts den Zusammenhang zwischen dem Quintett- und Triplettsystem festgestellt. Besonders in letzterem Punkte scheinen unsere Ergebnisse im Einklang zu sein mit der im Mount Wilson Observatorium von RUSSELL, BABCOCK und KING auf Grund neuer sorgfältiger Messungen unternomme-

[1]) O. LAPORTE, Naturwissenschaften **11**, 779. 1923; Physikal. Zeitschr. **24**, 510. 1923.

[2]) W. F. MEGGERS, Journ. Washington Acad. **13**, 317. 1923.

[3]) M. A. CATALÁN, Anales de la sociedad española de fis. y quim **22**, 72. 1924.

[1]) Die von O. LAPORTE l. c. gegebene Berechnung halten wir nicht für einwandfrei.

[2]) C. C. KIESS und H. K. KIESS, Journ. Washington Acad. **13**, 270. 1923.

[3]) A. CATALÁN, Anal. de la soc. española de fis. y quim. **21**, 464. 1923.

nenen Analyse des Titanspektrums, von der wir bisher nur durch eine kurze Notiz im Annual Report des Mount Wilson Observatoriums für das Jahr 1923 Kenntnis haben. Demnach entspricht den größten Termwerten die F-Term-Gruppe des Triplettsystems mit den Aufspaltungen 216,8 und 170,0 cm^{-1}. Um 0,8 Volt höher liegt eine f-Termgruppe des Quintettsystems mit den Aufspaltungen 100,2; 81,7; 62,3 und 42,0 cm^{-1}. In Absorption beobachtet haben wir nur Linien, die von diesen beiden Termgruppen ausgehen, und zwar wesentlich stärker diejenigen, die zu der F-Termgruppe des Triplettsystems gehören. Daraus ist also mit Sicherheit zu schließen, daß auch im Titanatom das losest gebundene Elektron in einer azimutal vierquantigen Bahn, also sehr wahrscheinlich einer 4_4-Bahn, gebunden ist. Auch bei Titan lassen sich die Absolutwerte der Terme und die Ionisierungsspannung bisher nicht bestimmen.

3. Scandium. Im Bogenspektrum des Scandiums sind von CATALÁN[1]) Dubletts und Quartetts analysiert worden. Kombinationsmultipletts zwischen den beiden Systemen sind bisher nicht bekannt. Trotzdem glauben wir aus dem Ergebnis unserer Absorptionsversuche im Zusammenhange mit der Temperaturklassifikation der Linien nach KING schließen zu können, daß den größten Termwerten eine Niveaugruppe des Dublettsystems mit der Aufspaltung 168,5 cm^{-1} entspricht, die CATALÁN als P_1 und P_2 bezeichnet. Zwar würden nach CATALÁNS Analyse auch Terme vorkommen, die größer als P_1 und P_2 sind, wir halten diese Behauptung aber für unrichtig, da die sämtlichen von uns beobachteten Absorptionslinien von diesen beiden Termen ausgehen. Dem Normalzustand des Sc-Atoms würde also der größere der beiden Terme nämlich P_2 entsprechen. CATALÁN hält, wie aus der Bezeichnung hervorgeht, diese Terme für P-Terme. Wir sind aber nicht davon überzeugt, daß diese Zuordnung richtig ist, neigen vielmehr zu der Ansicht, daß diese P-Terme in Wirklichkeit D-Terme sind. Beweisen können wir diese Vermutung indessen nicht, da Zeemaneffekte der Scandiumlinien, die sofort die eindeutige Entscheidung geben würden, bisher nicht bekannt sind. Würde unsere Vermutung richtig sein, so ergäbe sich daraus das Resultat, daß das losest gebundene Elektron des Scandiumatoms in einer 3_2-Bahn gebunden ist. Während dies Ergebnis mit der Vorstellung BOHRS über die Bindung der Elektronen in der Gruppe der Elemente von Sc bis Ni im Einklang wäre, brauchen wir wohl kaum darauf hinzuweisen, daß der Befund bei Ti und V vom Standpunkte der Bohrschen Theorie äußerst überraschend ist. Wir wollen aber hier auf eine mögliche Deutung dieser Ergebnisse nicht eingehen, möchten nur noch darauf hinweisen, daß hiernach die Verhältnisse bei der Bindung der Elektronen in der Gruppe Sc bis Ni nicht so zu verlaufen scheinen, wie sie R. LADENBURG[1]) auf Grund der Werte der Röntgenterme in dieser Zeitschrift kürzlich dargestellt hat.

Berlin-Potsdam, den 7. Mai 1924.

H. GIESELER und W. GROTRIAN.

[1]) A. CATALÁN, Anal. de la soc. española de fis. y quim. **20**, 606. 1922 und **21**, 464. 1923.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 19. November 1923 hielt Prof. A. RÜHL (Berlin) einen Vortrag: **Der Wirtschaftsgeist im Orient.**

Der Vortragende behandelte das Thema an dem Beispiel Algeriens, weil hier der europäische Einfluß noch nicht hundert Jahre alt ist und eine orthodoxe Richtung des Islams vorherrscht, die dem Europäertum besonders stark abgeneigt ist. Europäischer Einfluß spielt daher hier noch nicht die Rolle wie in anderen Gebieten des Orients. Algerien eignet sich auch aus dem Grunde besonders gut zur Untersuchung der wirtschaftlichen Probleme, weil durch französische Arbeiten ziemlich reichhaltiges Material bereitgestellt ist. Bei der Schilderung des Einflusses der Religion auf das Wirtschaftsleben betonte der Vortragende, daß man den Islam nicht für Dinge verantwortlich machen dürfe, die nur der Ausfluß des Verwurzeltseins im Religiösen überhaupt sind. Der Islam veranlaßt wirtschaftliche Beschränkungen in Erzeugung, Verbrauch und namentlich im Austausch von Waren. Die geringe, auf das Wirtschaftsleben verwandte Energie, die „Faulheit" des Orientalen ist in stärkerem Maße durch die historischen Schicksale als durch die Religion und den islamitischen Fatalismus bedingt. Innerhalb Algeriens stellen jedoch die Kabylen einen Volksstamm dar, der sich mit größtem Eifer der wirtschaftlichen Tätigkeit hingibt, wozu er durch die große Volksdichte und die Enge ihres Lebensraums veranlaßt wird. Auf der religiösen Einstellung beruht der ausgeprägte Traditionalismus, das Festhalten an allem Hergebrachten, wie es sich in der Technik sämtlicher Gebrauchsgegenstände kundgibt. Der gering entwickelte Individualismus des Orientalen prägt sich überall im Wirtschaftsleben aus, das von dem Gedanken des Zusammenwirkens durchzogen ist. Dies zeigt sich u. a. in dem Zusammenschluß zu gemeinsamer Arbeit sowie in dem Verhältnis zu den Armen und Bedürftigen, dem Fremden und dem Gast.

Zum Schluß wies der Vortragende auf die Mozabiten hin, Oasenbewohner der nördlichen Sahara, bei denen die Wüstenhaftigkeit ihres Lebensraumes und ihr von dem offiziellen Islam abweichendes Dogma zu einer eigenartigen Wirtschaftsgesinnung geführt hat, die dem kapitalistischen Geiste sehr nahesteht.

Am 8. Dezember 1923 berichtete der Attaché an der Niederländischen Gesandtschaft PH. C. VISSER (Stockholm) über seine **Forschungsreise nach dem Gletschergebiet des Kara-korum-Gebirges in Zentralasien.**

Es handelte sich um eine Rekognoszierungsreise, die der Vortragende mit seiner Frau in ein, zwischen dem Oberlauf des Shyok und dessen Nebenfluß, Nubra, in etwa 35° Nord und 78° Ost gelegenes Gebirgsmassiv unternommen hatte, das dem Karakorumsystem angehört. Die von der nächsten indischen Eisenbahnstation noch 360 km entfernte Hauptstadt von Kaschmir, Srinagar, wurde mit Kraftwagen in 47 Stunden erreicht, während die ebenso weite Strecke von dort bis nach Leh, der Hauptstadt der Landschaft Ladakh, mit Packpferden und eingeborenen Kulis 16 Tage Reisezeit erforderte. In den mit ewigem Schnee bedeckten Hochregionen mußte man sich der tibetanischen Yakochsen bedienen, die sich vorzüglich als Transporttiere eignen, wenngleich sie nur etwa 3 km in der Stunde zurücklegen und durch ihre Kampflust oft die ihnen aufgepackten Lasten gefährden. Bemerkenswert war die Fülle von Rosensträuchern, die mitten in der Felswüste oft Tausende von herrlichen Blüten trugen.

Der Vortragende konnte feststellen, daß die Karte des Gebietes sehr verbesserungsbedürftig ist, da manche eingezeichnete Gletscher nicht existieren, während andererseits neue Gletscher entdeckt wurden. Das Eis

ist fast überall im Vorrücken begriffen, denn die Gletscher schieben mit ihrer Stirnwand den dort angehäuften Moränenschutt vor sich her. Die Wirkung der Sonnenstrahlen war in den großen Höhen sehr stark. Die Felswände wurden so intensiv erwärmt, daß alles Eis in ihrer Nähe wegschmolz, so daß zwischen dem seitlichen Rand des Gletschers und dem Felsufer des Gletscherbettes eine Schlucht gebildet wurde, die einen bequemeren Aufstieg zu den Firnmulden gestattete als die Passage über den zerklüfteten Gletscher. Viele kleine Seitentäler mündeten in größerer Höhe über dem Haupttal und ließen erkennen, wie das letztere durch frühere stärkere Eiserfüllung tiefer ausgeschürft worden war und jetzt den Charakter eines übertiefen Tales aufweist. Es gelang nicht, den höchsten, bis 7700 m aufragenden Gipfel zu erklimmen, dessen weiße Marmorwand so steil ist, daß der Schnee dort nicht haften kann. Dagegen wurden kartographische Aufnahmen und meteorologische Beobachtungen gemacht, geologische, botanische, zoologische und ethnologische Sammlungen angelegt, und zahlreiche andere wissenschaftliche Arbeiten ausgeführt.

Es gelang dem Vortragenden, einen eingeborenen Hund, der angeblich das warme Klima der indischen Niederungen nicht ertragen konnte, lebendig bis nach Stockholm mitzunehmen. Allerdings mußte das Tier Eiskompressen auf den Kopf tragen und während der Fahrt durch das Rote Meer im Eisschrank sitzen.

Zahlreiche schöne Lichtbilder veranschaulichten die großartige Hochgebirgslandschaft und erläuterten die Darlegungen über die materielle und geistige, insbesondere die religiöse Kultur der Eingeborenen.

In der Fachsitzung am 17. Dezember 1923 berichtete Geheimrat E. Kohlschütter (Potsdam) über den neuen **Ausgangspunkt für die trigonometrischen Vermessungen in Deutschland,** der einen Verhandlungsgegenstand des Beirates für das Vermessungswesen bei dessen Tagung zu Kassel im Mai 1923 gebildet hatte. Die Koordinaten des alten Zentralpunktes der Vermessungen auf dem Rauenberg südlich von Berlin waren seinerzeit einfach gleich seinen astronomischen Koordinaten gesetzt worden, weil man die Lotabweichungen noch nicht kannte. Sie beziehen sich daher auf die wahre Lotrichtung, d. h. die Normale auf dem Geoid, das keine einheitliche, durch eine einfache mathematische Gleichung definierbare Fläche darstellt, sondern ein Mosaik von einzelnen Flächenstücken verschiedener Krümmung ist. Für die Projektion der Erdoberfläche auf die Ebene zwecks kartographischer Darstellung bedarf man aber einer mathematisch einfach definierten Fläche, weil sie als Grundlage für die trigonometrischen Rechnungen dienen muß. Als solche Fläche wird dasjenige Umdrehungsellipsoid angenommen, das sich dem Geoide im Vermessungsgebiete am besten anschmiegt. Als Dimensionen dieses „Bezugsellipsoid" genannten Umdrehungsellipsoides sollen in Deutschland auf den Beschluß des Beirates die von Bessel 1841 berechneten Dimensionen beibehalten werden, da sie zufälligerweise nur sehr wenig von den innerhalb Deutschlands sich am besten anschmiegenden Werten abweichen.

Als neuen Nullpunkt für die Triangulation hat der Beirat für das Vermessungswesen den Beobachtungsturm des Geodätischen Institutes bei Potsdam bestimmt. Um eine nur schwierig und mit großen Kosten durchführbare Änderung der Grundlagen aller Vermessungen zu vermeiden, hat der Beirat beschlossen, die auf den alten Grundlagen beruhenden Koordinaten dieses Turmes beizubehalten. Damit ergab sich die Aufgabe, die Abweichungen dieser vom Beirat festgesetzten Koordinaten von den richtigen, für das sich am besten anschmiegende Bezugsellipsoid gültigen Werten zu ermitteln.

Dazu ist die Kenntnis der Lotabweichung im Zentralpunkt, d. h. des Unterschiedes zwischen den Senkrechten auf dem Geoid und dem Bezugsellipsoid nötig. Sie muß so bestimmt werden, daß sie derjenigen Lage des Bezugsellipsoides entspricht, wobei es sich dem Geoid am besten anschmiegt. Man findet diese Lage dadurch, daß die Summe der Quadrate aller Lotabweichungen im ganzen Vermessungsgebiete ein Minimum wird. Die so bestimmten Lotabweichungen des Zentralpunktes werden zu seinen astronomischen Koordinaten addiert und liefern dann seine ellipsoidischen Koordinaten. Die Berechnung der Lotabweichungen war bereits früher von Dr. Berroth vom Geodätischen Institut bei Potsdam durchgeführt worden, während die astronomischen Beobachtungen teils von Prof. Schnauder vom selben Institute herrührten, teils aus der Albrechtschen Ausgleichung des europäischen Längennetzes entnommen sind. Es ergab sich, daß die den Karten zugrunde liegenden ellipsoidischen Koordinaten in Breite um 2″, in Länge um 2″ zu groß sind, und daß das Netz um 1″ im Sinne des Uhrzeigers von seiner richtigen Lage verschwenkt ist.

Den zweiten Vortrag hielt Professor A. Merz (Berlin) über die **Thermik der Alpenseen.** Die weitaus wichtigste Wärmequelle für die Seen ist die direkte Einstrahlung der Sonne und die indirekte des diffusen Himmelslichtes. Die einzelnen Strahlengattungen werden schon in den obersten Wasserschichten absorbiert, aber in verschieden starkem Grade (selektive Absorption). Da die eingestrahlten Wärmemengen fast ausschließlich nur den obersten Dezimetern zugute kommen, so müssen die tieferen Schichten dauernd kalt bleiben, wenn keine Durchmischung eintreten würde. In noch höherem Grade als die Erwärmung durch Einstrahlung beschränkt sich die Wärmeabgabe durch Ausstrahlung auf die allerobersten Schichten. Während also im Frühjahr, bei Beginn der Einstrahlungsperiode Homothermie durch die ganze Wassermasse hindurch herrscht, bildet sich im Sommer eine obere warme Schicht über der unteren kalten (direkte Schichtung). Der Übergang erfolgt ziemlich rasch in der sogenannten Sprungschicht, die im Herbst in immer größere Tiefen hinuntergeht, dabei schwächer wird und schließlich verschwindet. Ihre Lage wird wesentlich von dem Klima der Gegend und der Klarheit des Wassers beeinflußt. In trübem oder von Algenvegetation durchsetztem Wasser liegt sie höher als in klarem. Im Winter, wenn in unseren Gegenden die Temperatur unter das Dichtemaximum des Wassers sinkt, das bei 4° liegt, bleibt das kältere Wasser oben. Wir haben dann eine Zunahme der Temperatur mit der Tiefe (inverse Schichtung).

Mit diesem Schema stimmen nun aber die neueren Befunde nicht überein. So hat z. B. der 190 m tiefe Traunsee in Ober-Österreich in seiner unteren Hälfte während des Sommers eine gleichmäßige Temperatur von 5°. Der 30 m tiefe Furesee in Dänemark hat im Winter von oben bis unten + 1°. Man hatte eben den Einfluß des Windes vernachlässigt, der erst durch neuere Untersuchungen klargestellt wurde. Andauernder Wind stellt den Seespiegel schräg und leitet daher eine Vertikalzirkulation ein. An windruhigen Tagen bildet sich die warme Oberflächenschicht aus, die, durch eine ausgesprochene Diskontinuitätsfläche von der unteren Schicht getrennt, wie Öl auf dieser schwimmt. Dem Winde gelingt es dann nur innerhalb dieser

oberen, homothermen Schicht eine Zirkulationsströmung hervorzurufen, die aber ihrerseits durch Reibungseinflüsse einen spiegelbildlichen Zirkulationsvorgang, wenn auch in viel schwächerem Grade, innerhalb der unteren Wassermasse hervorruft.

Es ist von Interesse, festzustellen, daß EDUARD RICHTER durch seine Untersuchung der Alpenseen zu einer Anschauung kommt, die wesentlich auf der Wirkung der Sonnenstrahlung fußt, während WEDDERBURN aus seinen Messungen in den schottischen Lochs einen überwiegenden Einfluß des Windes herleitet. Der Grund für diese Verschiedenheit der Auffassung liegt in der Eigenart der beiden Klimagebiete. Die Alpenseen haben ein ruhiges, intensives Strahlungsklima, Schottland dagegen ein strahlungsarmes Windklima.

Das Vorhandensein von Wasserpflanzen in Seen beeinträchtigt die durchmischende Wirkung des Windes. In dem algenreichen Walkenrieder See fand der Vortragende an der Oberfläche 21°, in 12 m Tiefe dagegen nur 8°.

Im Winter macht sich der Einfluß der Eisdecke geltend. Sie schaltet den Wind und bei genügend dicker Schneelage auch die Strahlung aus. Fast die gesamte Wassermasse kühlt sich dann nur auf die Temperatur ihres Dichtigkeitsmaximums, 4°, ab. Ist dagegen keine Eisdecke vorhanden, so daß der Wärmeaustausch zwischen Luft und Wasser bestehen bleibt, so kühlt sich das letztere allmählich bis auf die mittlere Lufttemperatur ab. So erklärt sich die Wintertemperatur des Furesees in Dänemark von + 1° und die paradoxe Tatsache, daß in dem milden Winterklima Dänemarks das Seewasser kalt, in dem kalten Alpenklima dagegen warm ist. In den Alpenseen schmilzt im Frühjahr das Eis von unten her, und schließlich schwimmt nur der Schnee auf dem Wasser, was zur Vorsicht beim Betreten scheinbar zugefrorener Seen mahnt. Der Schmelzvorgang entzieht dem Seewasser Wärme, so daß mitunter das Temperaturminimum hochgelegener Seen erst im Juni bis Juli eintritt, während schon im August das Maximum erreicht wird. Wo das Klima eine dünne Eisdecke ohne Schneebelag verursacht, dringt im Frühjahr die Sonnenstrahlung hindurch und die Temperatur des Wassers steigt dann langsam, aber ständig an.

Ein Faktor von außerordentlicher Bedeutung ist die Durchflutung des Sees durch einen Fluß. Die Stoßkraft des Flußwassers aspiriert die unteren Schichten des Seewassers und begünstigt daher die Durchmischung, wie sich in dem 12 km langen, stark durchfluteten Traunsee nachweisen läßt. Die Kärntner Seen gehören einem anderen Typus an, bei dem nur eine schwache Durchflutung stattfindet und eine Mischung deshalb nicht eintritt. So hat z. B. im Wörther See die untere Wassermasse eine Temperatur von 4°, während diejenige der Oberfläche im Sommer auf 23° ansteigt. Im allgemeinen gilt das Schema: Stark durchflutete Seen: oben kalt, unten relativ warm, also geringe Temperaturzunahme mit der Tiefe; schwach durchflutete Seen: oben warm, unten kalt, also starke Zunahme.

Die thermischen Gesetzmäßigkeiten gestatten es nun auch, den Wärmevorrat eines Sees für praktische Zwecke auszunutzen. So kann man z. B. durch Sperrung des Abflusses an der Oberfläche und Herstellung eines Auslasses in der Tiefe die Dicke der warmen Oberflächenschicht erhöhen und für Badezwecke nutzbar machen. Der obere Gosausee im Salzkammergut hat von Natur einen unterirdischen Abfluß und kann daher in dieser Beziehung als Muster dienen.

Ganz anders, als in Süßwasserseen, bildet sich die thermische Schichtung in Salzseen aus, vor allem im Winter, weil das Dichtemaximum des Salzwassers nicht bei 4° liegt, sondern mit der Zunahme des Salzgehalts näher an 0° heranrückt und schließlich unter den Gefrierpunkt hinabsinkt. Die Abkühlung kann daher bis in große Tiefen gelangen.

Höchst eigenartige Verhältnisse bilden sich aus, wenn über dem Salzwasser eines Sees eine Deckschicht von Süßwasser liegt. Das Salzwasser bleibt dann thermisch isoliert und kann durch Einstrahlung, wie die Messungen an den ungarischen Kochsalzseen gezeigt haben, bis auf 70° erwärmt werden. Die dünne Süßwasserschicht übt eine analoge Wirkung aus, wie die Glasfenster in Treibhäusern, und die Kochsalzseen bilden somit natürliche Wärmeakkumulatoren. An der norwegischen Westküste hat man diesen Süßwasser-Deckschichteffekt benutzt, um in Bassins, die zur Austernzucht dienen, dem salzigen Meerwasser durch Überschichten mit Süßwasser Temperaturen von 24° bis 25° zu verleihen.

Die thermischen Verhältnisse der Seen sind auch wirtschaftlich von großer Bedeutung, weil die Lebewelt des Wassers nicht nur von dessen Temperatur, sondern auch von dem Sauerstoffgehalt abhängt. Wo eine starke Durchmischung der oberen mit den unteren Wasserschichten stattfindet, ist der Sauerstoffgehalt naturgemäß hoch und das Tierleben kann sich voll entwickeln. Wo hingegen eine Sperrschicht die Durchmischung verhindert, da tritt Sauerstoffmangel in den unteren Schichten ein. Es entwickelt sich oft Schwefelwasserstoffgas in der Tiefe, dessen vergiftende Wirkung hier ein Reich des Todes schafft, in dem alle Lebewesen zugrunde gehen müssen.

Am 5. Januar 1924 hielt der ehemalige Direktor des Königlichen Magnetischen und Meteorologischen Observatoriums in Batavia, Prof. W. VAN BEMMELEN (Haarlem) einen Vortrag mit Lichtbildern: **Im Luftkreise von Java; Berg- und Ballonbeobachtungen.** Der Vortragende schilderte zunächst die Pilotballonaufstiege, mittels deren der Luftkreisverlauf der Land- und Seebrise studiert und auch die vertikalen Luftbewegungen gemessen wurden. Nachts kamen Leuchtballons zur Anwendung. Nach den Methoden der deutschen Aerologen R. ASSMANN und H. HERGESELL erfolgte auch eine Erforschung der höheren Luftschichten durch Registrierballons. In der klaren Luft konnte das Platzen der Gummiballons noch in 22 000 m Höhe durch das Fernrohr beobachtet werden, wonach das Registrierinstrument an einem Fallschirm unbeschädigt zur Erde hinabschwebte. Trotzdem das Observarotium nur 7 km von der Küste entfernt liegt, gingen doch nicht mehr als 25% der Apparate verloren. In 11 000 m Höhe sank die Temperatur der Luft bis − 55°, in 17 000 m bis − 85°; im Dezember 1913 konnte sogar ein Weltrekord von − 91° erreicht werden. In noch größeren Höhen nimmt die Lufttemperatur wieder zu und schließlich wird eine Zone erreicht, in der Strahlungsgleichgewicht herrscht. Temperaturen von − 55° finden sich in 26 000 m wieder. Ballons von 2−3 m Durchmesser trugen die Instrumente bis zu der Rekordhöhe von 31 000 m. Der Ausbruch des Weltkrieges machte den Arbeiten leider ein Ende, da die Lieferung der Gummiballons aus Deutschland eingestellt werden mußte.

Diese aerologischen Untersuchungen haben die Kenntnis des Klimas von Java und des großen vertikalen Luftkreislaufes in den Tropen wesentlich gefördert. Im Januar ist Australien wärmer als Asien und die untere Luft fließt daher vom letzteren Kontinent nach dem ersteren, so daß in Java dann Nord-

west-Monsun weht, der alle typischen Eigenschaften des Monsunwindes aufweist und der Hauptregenbringer ist. Im Juli dagegen weht der Südost-Passat, der auf dem kurzen Wege von Australien nicht soviel Feuchtigkeit aufnehmen kann und deshalb Trockenheit bringt. Von besonderer Wichtigkeit ist die Feststellung eines stürmischen Ostwindes, der in 30 000 m Höhe mit Orkanstärken von 40 m p. s. ständig zu wehen scheint. Es handelt sich, nach Richtung und Stärke zu schließen, um denselben Ostwind, der nach dem Ausbruch des Krakatau-Vulkans im August 1883 den in große Höhen emporgeschleuderten vulkanischen Staub erfaßte und in wenigen Tagen um die ganze Erde herumführte, ein Kreislauf, der sich mehrmals wiederholte. Der Vortragende hat daher dieser Luftströmung den Namen „Krakatau-Wind" gegeben.

Die Niederschlagsmenge ist in Java beträchtlich. Es kommen Platzregen vor, die 3 bis 4 mm in der Minute, sowie Dauerregen, die in 20 Minuten 120 mm ergeben. Im Februar 1916 betrug die Monatsmenge an der Nordküste 3500 mm.

Die jährliche Wärmeschwankung betrug nur 1°, so daß für die Temperatur eines Ortes und damit auch für seine Kulturbedingungen lediglich die Höhenlage maßgebend ist.

Die Berge in Java sind größtenteils Vulkane und daher von ziemlich regelmäßiger Kegelgestalt. Der Vortragende hat zahlreiche dieser Vulkankegel bestiegen, um auf ihnen Instrumente, vor allem den von Prof. G. Hellmann (Berlin) konstruierten registrierenden Regenmesser aufzustellen, der nur einmal im Monat bedient zu werden braucht. Auf dem Pangerango, einem Vulkan südlich von Batavia, wurde in 3023 m eine Station höherer Ordnung erreicht, die in Zwischenräumen von einer Woche besucht wird. Die Linien gleicher Regenhöhe (Isohyeten) verlaufen meist annähernd den Höhenschichtlinien parallel, so daß auch die Niederschlagsmenge im wesentlichen von der Höhenlage abhängt. In großen Höhen wird es jedoch wieder trockener, und es kommt vor, daß die Regenmenge auf dem Gipfel nur 1500 mm, in halber Höhe dagegen 3500 m beträgt.

Der Abhang der Vulkane ist mit üppigen tropischen Urwäldern bewachsen, während die vielfach mehr als 3000 m hohen Gipfel aus kahlen Aschenkegeln bestehen, die einen Krater, oft von gewaltigem Ausmaß, bis zu 15 km Durchmesser, umschließen. Da die Luftmassen beim Hinabwehen über die Hunderte von Metern tief abstürzenden Kraterwände dynamisch erwärmt werden, so lösen sich hier die Wolkenmassen, die den Gipfel von außen her völlig einhüllen, in der wärmeren Luft auf und ein blauer Himmel strahlt über dem Kraterboden.

In dem *Tengger-Vulkan* bildet der Kraterboden eine gewaltige Sandwüste, das „Sandmeer", welches Dünen und andere typische Wüstenerscheinungen aufweist, und in der auch Sandhosen bis zu 500 m Höhe beobachtet werden konnten. Aus dem Sandmeer erheben sich drei neue, etwa 500 m hohe Vulkane, die unter entsetzlichem Gebrüll vulkanische, aus glühender Lava bestehende Bomben auswerfen.

Der östlichste Vulkan Javas, *Idjen*, beherbergt in seinem Krater einen heißen See, der mit einem Floß befahren wurde. Die Temperatur betrug am Boden in 260 m Tiefe, 96°. Das Seewasser enthält 8% freie Säure, hauptsächlich Schwefel- und Salzsäure, welche das Lotkabel und die Instrumente zerstörten.

Auch der Kratersee des *Gunong Kloet* wurde 1916 befahren und untersucht. Es zeigte sich damals am Boden in 125 m Tiefe keine Temperaturerhöhung. In der Nacht vom 19. zum 20. Mai 1919 aber erfolgte hier jene große Eruption, die den See zum Auslaufen brachte, und über welche in dieser Zeitschrift bereits berichtet wurde[1]). Die ausgelaufene Wassermenge, die mit vulkanischer Asche gemischt riesige Schlammströme bildete, große Verheerungen verursachte und Tausenden von Menschen den Tod brachte, ist später zu 30 Millionen Kubikmeter berechnet worden.

Neuerdings hat man begonnen, photographische Aufnahmen des Innern der Vulkankrater vom Flugzeuge aus zu machen.

In der Fachsitzung am 17. Januar 1924 behandelte Prof. W. Steinmetz (Amsterdam) **die Bedeutung der Soziographie für die Geographie.**

Der Vortragende definiert die Soziographie als eine Art Ethnographie der hochstehenden und höchststehenden Völker, eine soziale Geographie, deren Aufgabe die Beschreibung und weitere Erforschung der menschlichen Gesellschaft in ihrer Gesamtheit und in ihrer Verschiedenheit ist. Er verlangt, daß diese Disziplin als selbständige Wissenschaft anerkannt und an den Universitäten getrennt von anderen Wissenschaften gelehrt werde. So zahlreich und so eng auch die Verbindung der Soziographie mit vielen anderen Wissenschaften, wie Soziologie, Ethnologie, Psychologie, Anthropologie, Geschichte, Geographie, Statistik usw. sei, so falle ihr doch ein eigenes Arbeitsgebiet zu, das nach eigenen Methoden von besonders vorbereiteten Forschern studiert und weiter ausgebaut werden müsse. Die Soziographie soll nicht das Anhängsel irgendeiner der jetzt als solche anerkannten Wissenschaften sein, sondern ihren eigenen Körper haben, eine positive Einzelwissenschaft mit absolut freier Hypothesenbildung darstellten.

Viele Probleme der Soziographie werden heute noch von der Geographie behandelt. Aber die Geographie geht von den physischen Erscheinungen der Erdoberfläche aus und sucht daher alles physiographisch zu erklären. Die Fehler dieser Behandlungsweise treten auch in den Lehrbüchern hervorragender Geographen, wie von Hermann Wagner und Alfred Hettner deutlich hervor. Man muß von den Erscheinungen und nicht von deren vermeintlichen Ursachen ausgehen. Die geographischen Lehrbücher tragen vielfach nur vor, ohne jedoch eine wirkliche Anleitung zur Forschung zu geben. Viele Ansätze, gute Teilarbeiten, Materialsammlungen sind vorhanden, aber eine wirklich gute, zusammenfassende soziographische Beschreibung fehlt noch von manchen großen Ländern, u. a. auch von Deutschland. Auf vielen Gebieten reicht unser Wissen nicht weiter als das der Journalisten. Die Soziographie muß es nicht bei der reinen Beschreibung bewenden lassen, obgleich natürlich eine gute Beschreibung nie fertig werden kann, weil immer neue Tatsachen bekannt werden und die Anforderungen dauernd steigen. Es müssen Gesetze gesucht, Typen aufgestellt, Klassifikationen ausgearbeitet und das höchste Ziel aller Wissenschaft, die Erklärung angestrebt werden. Zum Schlusse läßt sich natürlich alles aus der Erde und der Sonne erklären, aber eben nur letzten Endes. Jede soziale Erscheinung hat neben den physischen auch noch andere Ursachen, und es wäre daher einseitig und verfehlt, alles so rein physisch erklären zu wollen, wie die physische Geographie es zu tun pflegt. O. B.

[1]) Die Vulkankatastrophe des Kloet auf Java. Die Naturwissenschaften, Berlin 1920, Jahrgang **8**, Heft 2, S. 39.

Die 14. Allgemeine Versammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft zu Berlin am 1. und 2. Oktober 1923.

Die satzungsgemäß alle drei Jahre abzuhaltende allgemeine Versammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft fand als 14. Tagung unter einer regen Beteiligung aus allen Teilen Deutschlands am 1. und 2. Oktober 1923 in Berlin statt. Die wissenschaftliche Tagesordnung brachte in 4 Sitzungen folgende Vorträge[1]):

Eröffnungssitzung am 1. Oktober, Vormittag:

G. HELLMANN: *Hundert Jahre meteorologische Gesellschaften.* Die älteste meteorologische Gesellschaft. im Sinne einer privaten Vereinigung von Vertretern und Freunden der Meteorologie ist die am 15 Oktober 1823 gegründete *Meteorological Society of London*, die aber mit dem Jahre 1843 bereits wieder eingegangen zu sein scheint, nachdem sie sich stark der Astrometeorologie zugewandt hatte. Sie wurde im Jahre 1850 durch eine neue meteorologische Gesellschaft, The British Meteorological Society, abgelöst, die in glänzender Entwicklung als Royal Meteorological Society die z. Zt. größte meteorologische Gesellschaft in Europa geworden ist (1923 864 Mitglieder). Ihre Veröffentlichungen bestehen in den von 1861 bis 1871 erschienenen fünf Bänden der Proceedings und seitdem in dem bis zum 49. Bande gediehenen vierteljährlich erscheinenden Quarterly Journal. Die Ergebnisse eines eigenen Stationsnetzes wurden in einer besonderen Veröffentlichung, The Meteorological Record, der von 1881 bis 1911 vierteljährlich erschien, herausgebracht.

Die zweitälteste Gesellschaft wurde 1851 von CH. MELDRUM in Port Louis (Mauritius) unter dem Namen „*The Meteorological Society of Mauritius*" gegründet, doch ist über sie nur wenig bekannt geworden. Die wenigen Veröffentlichungen sind in Deutschland, und vielleicht auch in England, nicht vollständig vorhanden. 1901 feierte die Gesellschaft ihr fünfzigjähriges Bestehen. Ob sie noch besteht, ist nicht bekannt.

In Frankreich entstand nach einem bereits 1829 mißglückten Gründungsversuch die jetzt noch bestehende *Société Météorologique de France* im Jahre 1852 auf dem Boden eines damals seit 3 Jahren bestehenden privaten literarischen Unternehmens. Ihre Zeitschrift erscheint unter dem Titel Annuaire de la Société Météorologique de France ununterbrochen seit 1853.

Der Erforscher der meteorologischen Verhältnisse von Schottland sollte die im Jahre 1855 zu Edinburgh entstandene *Scottish Meteorological Society* dienen. Neben der Schaffung eines eigenen meteorologischen Netzes erwarb sie sich besondere Verdienste durch den Bau eines Gipfelobservatoriums auf dem Ben Nevis im Jahre 1883, das zwölf Jahre unterhalten werden konnte. Seit 1856 gab die Gesellschaft die Reports on the meteorology of Scotland, seit 1863 an deren Stelle das Journal of the Scottish Meteorological Society heraus. Im Jahre 1919 beschloß man die Auflösung der Gesellschaft, und ein Teil der Mitglieder trat zur Royal Meteorological Society in London über.

In Österreich entstand im Jahre 1865 die *Österreichische Gesellschaft für Meteorologie*, die hauptsächlich auf die Herausgabe einer wissenschaftlichen Zeitschrift Gewicht legte. Unter JELINEK und HANN konnte im Mai 1866 ihre erste Nummer herausgegeben werden. Die Mitgliederzahl reicht in den letzten Jahren nahe an 300 heran. Die Schaffung des Observatoriums auf dem Sonnblick ist der österreichischen Gesellschaft zu danken.

Eine italienische meteorologische Gesellschaft bildete sich 1876 und gab von November 1877 bis April 1880 ein Annuario della *Società Meteorologica Italiana* heraus. Ende 1880 vereinigte sie sich mit einer neugebildeten Gesellschaft, der Associazione Meteorologica Italiana, nahm später aber wieder ihren alten Namen an.

Auch in Japan entstand 1881 eine meteorologische Gesellschaft mit einem monatlich erscheinenden *Journal of the Meteorological Society of Japan*. Es enthält meistens Arbeiten in japanischer Sprache und gibt erst seit einem Jahre Zusammenfassungen von allen Arbeiten in englischer Sprache.

In Deutschland bildete sich erst verhältnismäßig spät im Jahre 1883 die *Deutsche Meteorologische Gesellschaft*. Zweigvereine haben sich nur in Berlin und in München gehalten. Seit 1884 erschien ihr Organ, die Meteorologische Zeitschrift, die vom dritten Jahrgang (1886) an mit der Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft verschmolzen wurde. Beide Gesellschaften stellen je einen Redakteur. Die im In- und Ausland anerkannte führende Stellung der Meteorologischen Zeitschrift ist bekannt. Die Mitgliederzahl der deutschen Gesellschaft beträgt jetzt 340.

Eine im Jahre 1884 in Boston (Massachusetts) gegründete *New-England Meteorological Society* hat sich nach zwölfjährigem Bestehen 1896 wieder aufgelöst. Über das Schicksal der 1892 entstandenen *Shanghai Meteorological Society*, die sich hauptsächlich mit der Pflege der maritimen Meteorologie in Ostasien befassen wollte, konnte der Vortragende nichts in Erfahrung bringen.

Die neueste Schöpfung ist die 1919/20 gebildete *American Meteorological Society* mit einem Mitgliederbestand von 908 (1922) und einem eigenen monatlich erscheinenden Bulletin. Die Gesellschaft hat sich neben der Verbreitung meteorologischer Kenntnisse vor allem das Studium der Anwendung der Meteorologie auf praktische Fragen zum Ziel gesetzt.

Von zwei meteorologischen Gesellschaften, der *Société Météorologique des Alpes Maritimes* und von einer *Meteorological Society of Australia*, die wahrscheinlich nur kurze Zeit bestanden haben, waren nähere Angaben nicht aufzufinden.

F. LINKE: *Ergebnisse von Strahlungsmessungen auf dem Atlantischen Ozean und in Argentinien.*

A. WEGENER: *Die Lage der Klimazonen in der geologischen Vorzeit.*

A. MEY: *Über die Ergebnisse von Pilotballonaufstiegen während einer Reise nach und von Mexiko.*

2. Sitzung 1. Oktober, Nachmittag.

A. WIGAND: *Über die vertikale Sicht.* Der vom Vortragenden gebaute Mattglas-Sichtmesser wurde in Verbindung mit einem Pilotballontheodolithen zur Messung der vertikalen Sicht vom Boden aus benutzt. Diese wird so auf das Prinzip der Sichtweite, ähnlich wie bei der Horizontalsichtmessung zurückgeführt. Zusammenhänge der Trübungsschichtung mit der Verteilung der anderen Elemente mit der Höhe können studiert werden. Zunächst wurden Unterlagen ge-

[1]) S. Bericht des Schriftführers der Gesellschaft C. KASSNER in Meteorolog. Zeitschr. 1923, 362—368.

wonnen, wie die Änderung der Entfernung und Größe des anvisierten Zieles, sowie die Verwendung eines Fernrohres zusammen mit dem Sichtmesser bei der Bestimmung der Sicht in Rechnung zu setzen sind. Auf Grund der so berichtigten Sichtformel wurden Sichthöhenkurven entworfen, die die Trübungsschichtung mit der Windschichtung klar erkennen ließen.

L. WEICKMANN: *Die Anwendung der Bjerknes'schen Methode auf mitteleuropäische Verhältnisse.* Die Schwierigkeiten, die der Anwendung der Bjerknesschen Methode in Mitteleuropa entgegenstehen, sind zunächst durch die Auswirkungen eines mehr kontinentalen Klimas bedingt. Außerdem gelingt es oft überhaupt nicht in Mitteleuropa, Polarfronteinflüsse nachzuweisen, sondern es sind deutliche Einflüsse einer Äquatorialfront zu spüren. Aus der systematischen Untersuchung des jährlichen Verlaufs des Luftdruckes aus Süd-, Mittel- und Nordeuropa in den Jahren 1913, 1914, 1922 und 1923 ließ sich nun für den subtropischen Hochdruckgürtel eine periodische Schwingung von einer Periode von 7,2 Tagen, für die polare Antizyklone eine solche von etwa 5,5 Tagen nachweisen. Der jährliche Gang des Luftdrucks in mittleren Breiten, z. B. Hamburg, wird als Interferenzwelle dieser Schwingungen angesehen, bei der sich Haupt- und sekundäre Symmetriepunkte nachweisen ließen. Die Übereinstimmung der Kurvenstücke bis in Einzelheiten war in den vorgezeigten Fällen überraschend genau.

A. SCHMAUSS: *Die Lebensdaten der mitteleuropäischen Depressionen.* Aus den Luftdruckregistrierungen von München (1901 bis 1923) wurden die Tagesperiode des Einsatzes einer Depression, des Eintritts der Rückseite und der Beendigung abgeleitet. Für die Einsatzzeiten ergaben sich „kritische" Stunden. Die „Wellennatur" der Depressionen scheint sich in einer Häufung einzelner Werte der Dauer und auch der Tiefe der Depressionen zu äußern.

F. BAUR: *Über eine Trennungsfläche kalter und relativ warmer Luft in der Stratosphäre.* Die Kältevorstöße, die in der Stratosphäre vom Äquator polwärts gerichtet sind, rufen hier wenigstens zeitweilig eine Trennungsfläche zwischen kalter und warmer Luft hervor, die aus dynamischen Gründen polwärts geneigt sein muß. Die Schnittlinie der Trennungsfläche mit der Grenze der Troposphäre wird als „Äquatorialfront" bezeichnet. Mit der Lage der so definierten Äquatorialfront zum Beobachtungsort werden die verschiedenen Typen der Temperaturzustandskurven beim Übergang von der Troposphäre zur Stratosphäre (nach SCHMAUSS) in Verbindung gebracht. Die Trennungsfläche zwischen kalter und warmer Luft in der Stratosphäre wird an Beispielen, die den Münchener Registrierballonfahrten entnommen sind, nachgewiesen.

DIESING: *Der Wärmeeinbruch (Kurslinie) vom 12. bis 13. Januar in Mitteleuropa.*

3. Sitzung 2. Oktober, Vormittag.

E. KUHLBRODT: *Boden- und Höhenwinde der Balkanhalbinsel, dargestellt in Form von klimatischen Windkarten auf Grund der Luftversetzung, nach den Beobachtungen an 25 Warten in den Jahren 1916/19.*

H. KOSCHMIEDER: *Die Ergebnisse der deutschen Höhenwindmessungen in Palästina 1917/18.*

P. ZISTLER: *Weitere Ergebnisse des türkischen Heereswetterdienstes: Temperaturverhältnisse, Schirokko.*

Betrachtet wurden: Ausbreitung einer Kältewelle über Europa hinweg bis nach Ägypten und Mesopotamien, zwei verschiedene Typen des Seewinds in Adalia, die Erscheinung der Fata morgana im Innern und die Ausbildung der Sandhosen. Dem Schirokko in Ägypten und Syrien wurden längere Ausführungen gewidmet. Er ist an Tiefdruckgebiete, die längs der Achse des Mittelmeeres ziehen, gebunden. Zur Erklärung der hohen Temperaturen und der Trockenheit genügt es, Lufttransport aus äquatorialen Gegenden anzunehmen.

STÜVE: *Zur Theorie der Gleitflächen.*

BONGARDS: *Radioaktive Substanzen und Massestrahlung in der Erdatmosphäre.* Der Nachweis von Thoriumemanation vermittelst Drachen in Höhen von mehr als 1000 m, die mit weit entfernten Orten, z. B. Manila, gleichzeitige Änderung zeigt, läßt kosmischen Ursprung vermuten. Eine von der Sonne ausgehende, tief in die Atmosphäre eindringende Massestrahlung erscheint möglich, trotzdem es Schwierigkeiten macht, eine Strahlung von so hohem Durchdringungsvermögen anzunehmen.

A. WIGAND: *Über Flugzeug-Aerologie.* Es wird über einen neuen Meteorographen berichtet, der bei Flugzeugaufstiegen Verwendung finden soll. Der Apparat zeichnet sich durch besonders geringen Luftwiderstand, kleine Thermometerträgheit und Vermeidung des Erschütterungseinflusses aus.

4. Sitzung: 2. Oktober, Nachmittag.

A. HUBER: *Der Südostwind der Zugspitze.* Es wird untersucht, weshalb der auf der Zugspitze mit nur 14% Häufigkeit auftretende Südost doch noch häufiger ist als in der freien Atmosphäre über München. Die Gründe werden in der durch das Gelände bedingten Saugwirkung in bestimmten Wetterlagen (Mittelmeerdepressionen) und im täglichen Gang gefunden.

L. W. POLLAK: *Über die Konstruktion und Verwendung eines Photothermohygrographen.* Ein trockenes und ein befeuchtetes Thermometer mit durchsichtigen Skalen werden auf einer sich langsam drehenden, mit lichtempfindlichem Stoff bespannten Trommel mit Hilfe einer durch ein Uhrwerk zu vorgeschriebenen Zeiten eingeschalteten Beleuchtung photographiert. Seit Mitte 1923 ist ein solcher Apparat am meteorologischen Observatorium auf dem Donnersberge in Böhmen in Tätigkeit.

J. SCHUBERT: *Luftdruckverteilung in Europa und Jahreszeitenwinde in Norddeutschland.*

G. HELLMANN und G. von ELSNER: *Fünftägige Luftdruckkarten von Europa und dem Nordatlantischen Ozean.* Die Karten umfassen das gleiche Gebiet wie die von der Deutschen Seewarte und dem Dänischen Meteorologischen Institut gemeinsam herausgegebenen „Täglichen Synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean und die angrenzenden Teile der Kontinente", von denen die 20 Jahrgänge 1890—1909 die Unterlagen lieferten. *Kn.*

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.